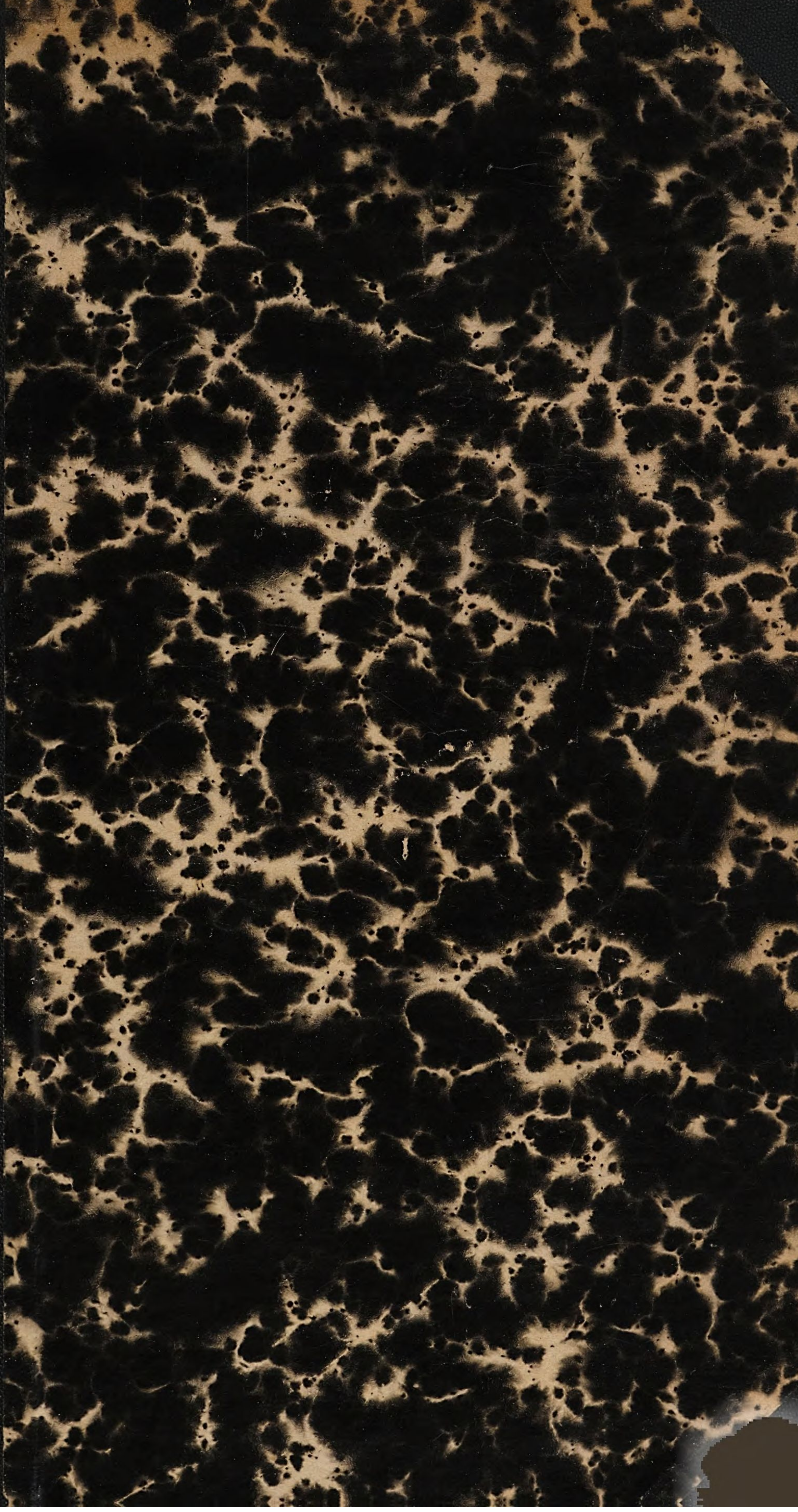


Pol. civ.
11. ed



Pol. civ.
11 cd

Benedict

SAMMLUNG

Chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Unter Mitwirkung von

Dr. J. Abel-Breslau, Prof. Dr. E. Bamberger-Zürich, Dr. Benedict-Elberfeld, Direktor Dr. E. Besemfelder-Oschersleben, Dr. Bodländer-Clausthal, Prof. Dr. v. Buchka-Göttingen, Dr. H. Bunzel-Griesheim a. M., Prof. Dr. Dennstedt-Hamburg, Direktor Dr. B. Fischer-Breslau, Prof. Dr. Gattermann-Heidelberg, Dr. Grünhut-Wiesbaden, Prof. Dr. Hantzsch-Würzburg, Direktor der Königl. Porzellanmanufaktur Dr. A. Heinecke-Berlin, Direktor Dr. A. Heintz-Saarau i. Schl., Hütteninspektor E. Jensch-Kunigundehütte bei Kattowitz O.-S., Chef-Chemiker Freih. v. Jüptner-Neuberg (Steiermark), Prof. Dr. A. Ladenburg-Breslau, Prof. Dr. C. Liebermann-Berlin, Prof. Dr. Lunge-Zürich, Dr. Marcwald-Berlin, Prof. Dr. V. Meyer-Heidelberg, Dr. M. Mugdan-Breslau, Dr. F. Oettel-Zürich, Prof. Dr. A. Pinner-Berlin, Dr. Rau, Dr. Max Scholtz-Breslau, Dr. G. Schultz-München, Hütteninspektor Dr. V. Steger-Lazyhütte bei Beuthen O.-S., Dr. J. Tafel-Würzburg, Dr. Vongerichten-Strassburg i. E., Dr. Wohl-Berlin, Prof. Dr. Cl. Winkler-Freiberg i. Sachs., Prof. Dr. W. Wislicenus-Würzburg

herausgegeben von **Professor Dr. FELIX B. AHRENS.**

*1. Band. * 7. u. 8. Heft.*

Die Abwässer der Fabriken

von

Dr. Hans Benedict.

MIT 14 ABBILDUNGEN.

STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1896.

- Jensch. 1809

Das Heft ist auch einzeln käuflich. — Preis 2 Mark.

778

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Sammlung Chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Herausgegeben von Professor Dr. Felix B. Ahrens.

In dieser Sammlung erschienen bisher folgende Arbeiten:

- Heft 1: **Die Metallecarbide und ihre Verwendung** von Professor Dr. Felix B. Ahrens. Mit 5 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 2: **Verdichtung der Metaldämpfe in Zinkhütten** von Dr. Victor Steger. Mit 15 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 3: **Die Entwicklung der elektrochemischen Industrie** von Dr. Felix Oettel. Mit 10 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 4: **Argon und Helium, zwei neue gasförmige Elemente** von Dr. Martin Mugdan. Mit 10 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 5: **Die Terpene** von Dr. Max Scholtz. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 6: **Die Einführung einheitlicher Analysenmethoden** von Hanns Freiherr von Jüptner. Mit 2 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 1.—
- „ 7/8: **Die Abwässer der Fabriken** von Dr. Hans Benedict. Mit 14 Abbildungen. gr. 8. geh. M. 2.—
-

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben erschienen:

Die Unschädlichmachung der Abwasser in Württemberg von

Hofrath Dr. H. Spindler

Docent an der technischen Hochschule in Stuttgart.

8. 1896. geh. 5 Mark.

Es wird hier eine ungemein wichtige Frage aufgerollt, welche das allgemeinste Interesse in hohem Grade erregen muss; namentlich sind die Massnahmen zur Abwasserverbesserung beachtenswerth. Industrielle, Gemeindekorporationen, Medicinalbeamte werden dem Verfasser lebhaft Dank wissen für diese vorzügliche, den allgemeinen Interessen in so vorzüglich praktischer Weise dienende Publikation. **Neueste Erfindungen und Erfahrungen, XXIII. Jahrg., Heft 8.**

Der Staat ist verpflichtet, Sorge zu tragen, dass die von der Natur gegebene Beschaffenheit des Wassers durch die Benützung der Menschen möglichst wenig verschlechtert werde. Hiezu gibt nun das vorliegende Werk auf Grund einer reichen Erfahrung die werthvollsten Winke. Ein vorzüglicher Abschnitt bringt Vorschläge zu einem württ. Abwassergesetz, die nach allen Seiten hin gerecht und billig erscheinen. **Schwäb. Merkur 30. IV. 1896.**

Das Buch bietet namentlich Besitzern und Leitern von Färbereien, Gerbereien, Bleichereien und verwandten gewerblichen Unternehmungen viel Bemerkenswerthes.

Färber-Zeitung, Jahrg. 1895/96.

Die Abwässer der Fabriken.

Von

Dr. Hans Benedict.

Mit 14 Abbildungen.

Die im allgemeinen Interesse liegende Verhütung von Verunreinigungen der öffentlichen Wasserläufe, also der Flüsse und Bäche, hat in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit weiter Kreise, hauptsächlich industrieller und behördlicher, erregt, da eine starke Schädigung sowohl in sanitärer als gewerblicher Hinsicht fühlbar wurde. Einzelne Fälle solcher Schädigungen oder wenigstens Belästigungen sind vorgekommen, solange man überhaupt von einer Industrie reden kann; doch dieselben nahmen rasch zu und bereits 1880 konnte Reichard (Das Trinkwasser) von „unhaltbaren Zuständen“ sprechen. Anfangs stand man der ganzen Frage ziemlich ratlos gegenüber, da es an jeder Grundlage fehlte, den Grad oder auch nur die Ursache solcher Verunreinigungen festzustellen (J. König). Dass manche Flüsse, Quellen, Brunnen schon von Natur aus ein Wasser lieferten, welches nicht als rein bezeichnet und weder als Trinkwasser, noch für zahlreiche gewerbliche Zwecke benutzt werden konnte, war bekannt; hiefür konnte niemand verantwortlich gemacht werden. Allmählich aber wurden mehr und mehr die nachteiligen Einflüsse der verschiedenartigen Abfälle und Abflüsse, welche die schnelle Vergrößerung der Städte, die wachsende Bevölkerung und der gewaltige Aufschwung der Industrie mit sich brachte, erkannt und lenkten die ganze Frage in andere Bahnen: während man sich lange damit quälte, das Flusswasser durch allerlei Manipulationen wieder brauchbar zu

machen, hat es sich nun als zweckentsprechender, notwendiger und vor allem als möglicher herausgestellt, die Verunreinigung zu verhüten, nicht zum geringsten Teile im Interesse der Fischzucht; da erstere vollständig von örtlichen Verhältnissen abhängt, entwickelte sich alsbald eine gewisse Klassifikation der Ursache derselben. Die erwähnten Abgänge und Abfälle, jetzt allgemein als „Abwässer“ bezeichnet, zerfallen zunächst in zwei grosse Abteilungen:

1. solche mit hauptsächlich organischen (stickstoffhaltigen) Bestandteilen,
2. mit vorwiegend anorganischen.

Zu den ersten gehören alle städtischen Kanalisationsabgänge, welche der Hauptsache nach aus Fäkalien, daneben aus den Abflüssen von Schlächtereien, Gerbereien, Brauereien etc. bestehen. Ferner die Abwässer von Zucker-, Stärke-, Leim- und anderen Fabriken und Gewerben, welche pflanzliche oder animalische Rohstoffe verarbeiten. Die zweite Abteilung umfasst die Abwässer aus der gesamten Montanindustrie (Bergwerken, Kohlengruben, Kaliwerken, Salinen), der Soda- und Säurefabriken, der chemischen Kleinindustrie und der grossen Zahl der Anlagen für Metallverarbeitung. Eine scharfe Trennung beider Abteilungen ist natürlich nicht möglich und auch nicht notwendig.

Die städtischen Abwässer erfordern eine besondere Aufmerksamkeit wegen ihrer vorwiegend sanitären Bedeutung und schon insofern eine Absonderung, als sie nicht nur für die Flussverunreinigung, sondern als überhaupt gefährlich in Betracht kommen. Die Abwässer der Montanindustrie haben die Eigentümlichkeit, meist in solchen Mengen und von einer solchen Beschaffenheit (starken Konzentration) aufzutreten, dass ihre Reinigung kaum, sondern nur die beste Beseitigung in Frage kommen kann.

Es verbleibt somit eine Anzahl von Abwässern, die eine verschiedenartige, mitunter wechselnde Beschaffenheit zeigen und deren Reinigung oder Verwertung meistens möglich ist, die aber nicht nach gleichen Grundsätzen, sondern ganz speziell nach ihrer Herkunft behandelt werden müssen. Der grössere Teil derselben stammt aus „Fabriken“. Entsprechend diesem sehr allgemeinen Begriffe ist die im folgenden gegebene Zusammenstellung aufzufassen.

Es ist zweifellos, dass das grosse allgemeine Interesse und Verständnis, welches in den letzten 10 Jahren der Abwasserfrage entgegengebracht wird, hauptsächlich dem 1887 von J. König veröffentlichten preisgekrönten Werke: „Die Verunreinigung der Gewässer“

zu verdanken ist. In demselben wurde zum ersten Male eine kritische Uebersicht des umfangreichen Materials geboten, und damit weiteren Arbeiten der Weg geebnet. — Während 1867 und in den darauf folgenden Jahren die wissenschaftliche Deputation für Medizinalwesen in Preussen sich noch auf die Forderung beschränken musste, dass unreine Wässer nicht in öffentliche Stromläufe gelassen werden dürften, vermochte dieselbe 1888 — unter dem Einflusse des Königschen Werkes — folgende bedeutungsvolle Beschlüsse über die Flussverunreinigung zu fassen¹⁾:

Vom Standpunkte der öffentlichen Gesundheitspflege ist es erforderlich, dass die Verwaltungsbehörden bei den Anordnungen zur Verhütung einer gemeinschädlichen Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe folgende Grundsätze beachten:

I. Gemeinschädliche Verunreinigungen öffentlicher Wasserläufe entstehen:

1. Durch Infektionsstoffe,
2. durch fäulnisfähige Stoffe,
3. durch toxisch wirkende Stoffe,
4. durch andere Stoffe, welche die Verwendung des Flusswassers zum Trinken, zum Hausgebrauch, in der Landwirtschaft oder in der Industrie beschränken, oder die Fischzucht gefährden.

1. Infektionsstoffe können enthalten alle aus den menschlichen Wohnungen oder deren Umgebung herrührenden Schmutzwässer, also nicht bloss die Fäkalien, sondern alle im menschlichen Haushalte gebrauchten und aus demselben wieder zu entfernenden Wässer, sowie die Niederschlags- und Reinigungswässer von Höfen, Strassen und Plätzen. Das Gleiche gilt von den Abgängen aus Schlächtereien und aus solchen Gewerbebetrieben, welche Lumpen, Felle, Haare oder tierische Abfälle verarbeiten. Die Verwaltungsbehörden haben deshalb dafür Sorge zu tragen, dass alle solche Schmutzwässer und Abgänge den öffentlichen Wasserläufen, soweit dies irgend thunlich, erst zugeführt werden, nachdem sie zum Zwecke der Unschädlichmachung einem von der Aufsichtsbehörde als geeignet anerkannten Verfahren unterworfen worden sind.

2. Hinsichtlich der unter 1. gedachten Schmutzwässer und derjenigen aus gewerblichen Anlagen, welche nicht unter 1. fallen, aber fäulnisfähige Stoffe enthalten, ist darauf zu achten, dass solche den öffentlichen Wasserläufen erst in völlig geklärtem Zustande zuge-

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 160, 598.

führt und in den letzteren soweit verdünnt werden, dass eine stinkende Fäulnis später nicht eintreten kann. —

Alle Abwässer dieser Art, auch die Strassenwässer, sind fäulnisfähig und demgemäss zu behandeln. — Die Feststellung von Grenzwerten für den Gehalt der gereinigten Abwässer an fäulnisfähigen Stoffen verschiedener Art, mit Rücksicht auf Temperatur und Bewegung des Wassers, ist notwendig. — Vorläufig ist der zulässige Grad der Verunreinigung danach zu bemessen, dass unverkennbare Anzeichen stinkender Fäulnis, wie Geruch und Entwicklung von Gasblasen auch beim niedrigsten Stand des Flusswassers und bei höchster Sommer-temperatur fehlen müssen. — Die getrennte Beseitigung der Fäkalien macht die übrigen Schmutzwässer nur unwesentlich weniger fäulnisfähig.

3. Toxisch wirkende Stoffe kommen nach den gegenwärtigen Erfahrungen nur als mineralische Gifte (Arsenik, Blei) und bei den gewerblichen Abwässern in Betracht. Sehr geringe Mengen sind unschädlich. Es wird darauf Bedacht zu nehmen sein, dass die Grenze durch Sachverständige festgesetzt wird, innerhalb deren die Zuführung solcher Stoffe in die öffentlichen Wasserläufe zulässig sein würde.

4. Auch durch andere als die unter 1. bis 3. bezeichneten Stoffe können Wasserläufe so verunreinigt werden, dass das Wasser zum Gebrauch als Trink- und Wirtschaftswasser, für die Industrie und für die Landwirtschaft ungeeignet wird oder die Fischzucht gefährdet. Es gilt dies insbesondere für Zuflüsse von Färbereien, Soda-, Gas- und anderen chemischen Fabriken, für Abgänge von Paraffin und Petroleum, heisse Kondensationswässer, Chemikalien, welche zur Klärung und Desinfektion von Abwässern gedient haben u. s. w. Entscheidend für die Frage, ob die Zuführung dieser Abwässer in die Flüsse mit Rücksicht auf so geartete Stoffe erst von einer vorhergehenden Reinigung abhängig zu machen sei, bleibt der Satz, dass das Flusswasser in seiner Klarheit, Farblosigkeit, in Geschmack, Geruch, Temperatur und Gehalt an gelösten Mineralstoffen (Härte) nicht wesentlich verändert sein darf. — Allgemein anwendbare, in bestimmten Zahlen ausgedrückte oder die Grenze sonst genau bezeichnende Bestimmungen darüber, wann dies anzunehmen sei, sind bis jetzt bei uns nicht aufgestellt. Da übrigens die Rücksicht auf die Gesundheit dabei nur selten in erheblicher Weise und nur mittelbar, meist aber nur Vermögensobjekte in Betracht kommen, werden die verschiedenen Interessen in ihrer Wichtigkeit

gegeneinander verständig abzuwägen sein. — Insofern Flusswasser als Trinkwasser verwendet werden soll, ist es wünschenswert, dass die für die zulässigen Veränderungen festzustellenden Grenzwerte dabei zur Anwendung kommen.

II. 1. Die Haushaltungs- und Abtrittwässer, sowie die Niederschlagswässer von Höfen, Strassen und Plätzen können nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen mit den nachstehend dargelegten Massgaben so vollständig wie nötig gereinigt werden:

a) sie werden durch das Berieselungsverfahren von Infektionsstoffen und fäulnisfähigen Stoffen so weit befreit, dass die Ableitung der Rieselwässer in öffentliche Wasserläufe ohne weiteres geschehen kann;

b) sie werden durch geeignete, mit mechanischen Einrichtungen verbundene chemische Verfahren (Aetzkalk in Verbindung mit anderen Fällungsmitteln) von Infektionsstoffen und suspendierten fäulnisfähigen Stoffen vollständig, von gelösten fäulnisfähigen Stoffen aber nur teilweise befreit. Um nachträgliche Fäulnis zu verhüten, muss die Menge des Flusswassers ausreichen, die gelösten Stoffe gehörig zu verdünnen; andernfalls muss das Wasser noch einen genügenden Zusatz eines fäulniswidrigen Mittels wie Kalk u. s. w. erhalten. Die Reinigung muss in zweckmässig angelegten einheitlichen Anstalten geschehen. — Durch die Anhäufung von Schlamm Massen dürfen neue Schädigungen nicht hervorgerufen werden.

2. Die unter 1. aufgestellten Sätze gelten für gewerbliche Abwässer in gleicher Weise.

3. Notauslässe von Kanalisationsanlagen sind bei beiden Verfahren (1a und 1b) zulässig; der Ort ihrer Anlage, ihre Zahl und ihre Benutzung sind zu controlieren; Zahl und Benutzung möglichst einzuschränken.

4. Die gesamten Reinigungsverfahren müssen fortlaufend auf ihre ausreichende Wirksamkeit controliert werden.

5. Die wissenschaftliche Deputation nimmt davon Abstand, für die Reinigung der Abwässer von den unter Abschnitt I, Nr. 4 aufgeführten Stoffen Vorschläge zu machen; aus demselben Grunde, aus welchem solche Vorschläge in betreff der anorganischen Verunreinigungen von ihr nicht gefordert worden sind.

III. Ob ein Fluss durch Infektionsstoffe so verunreinigt ist, dass eine Abhilfe des bestehenden Zustandes erforderlich wird, kann man auf Grund einer bakteriologischen Untersuchung des Flusswassers an den verschiedenen dabei in Betracht kommenden Stellen im Ver-

gleich mit den Abwässern an dem Punkt, an welchem sie in den Fluss eingeleitet werden, erkennen. Ausserdem wird das Auftreten einer Infektionskrankheit, welche auf Benutzung des Wassers zurückzuführen ist, dabei sehr entscheidend mitsprechen, es darf aber bis dahin mit der Abhilfe nicht gewartet werden. — Schliesslich kann auch die Thatsache, dass solche Abgänge, von denen zu befürchten ist, dass sie zur Entstehung von Infektionskrankheiten Anlass geben und welche noch nicht desinfiziert in einen Fluss gelangen, ein amtliches Einschreiten erfordern. Dies wird insbesondere der Fall sein, wenn die Abgänge aus Krankenhäusern, Waschanstalten oder aus Wohngebäuden mit infektionskranken Personen herrühren. Das Vorhandensein fäulnisfähiger Stoffe im Uebermasse wird man daran erkennen, dass das Flusswasser erheblich gefärbt oder verschlammt oder stinkend wird. Das Aufsteigen von Gasblasen aus dem am Boden des Flusses abgelagerten Schlamm ist ein untrügliches Kennzeichen eines Zustandes, welcher der Abhilfe bedarf. Ob toxisch wirkende Stoffe in einem Umfange vorhanden sind, welcher Abhilfe notwendig macht, wird im Einzelfall durch sachverständige Prüfung zu ermitteln sein. — Ob endlich andere derartige Stoffe sich in den einem Flusse zugeführten Abwässern befinden, wird aus den eingetretenen unverkennbaren Missständen sich ergeben.

IV. Die Beurteilung einer geplanten Anlage in Bezug auf die zu erwartende gemeinschädliche Verunreinigung öffentlicher Wasserläufe hat in jedem einzelnen Falle unter Berücksichtigung der voraussichtlich produzierten Schmutzwässer und der beabsichtigten Vorkehrungen zur Reinigung derselben auf Grund der in obigen Thesen aufgestellten Grundsätze zu geschehen.

V. Es ist wünschenswert, dass eine Kommission eingesetzt wird, welche dafür zu sorgen hat, dass die noch fehlenden wissenschaftlichen Unterlagen für eine definitive Regelung der Massnahmen zur Reinhaltung der öffentlichen Wasserläufe beschafft werden.

Durch diese Beschlüsse wurde der Verein zur Wahrung der Interessen der chemischen Industrie Deutschlands veranlasst, in seiner Generalversammlung 1889 folgende Sätze aufzustellen¹⁾:

1. Eine generelle Behandlung der Abwasserfrage muss als eine Unmöglichkeit bezeichnet werden. Natur und Menge der Abwässer, Wassermengen des Flusses, Strömung, örtliche Lage der Fabrik, Bodenverhältnisse, bisherige Verwendung der Flusswässer u. a. m.

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 497.

werden in jedem einzelnen Falle zu erwägen sein und für den einzelnen Fall die Entscheidung geben müssen.

2. Die Ableitung der Fabrikabwässer in die Flüsse ist notwendig und berechtigt. Die Flüsse sind als die natürlichen Ableiter der Abwässer anzusehen und zu benutzen, wobei in jedem einzelnen Falle die Bedingungen zu prüfen und festzustellen sind; insbesondere zu berücksichtigen ist der Einfluss der Wassermenge der Flüsse und Bäche auf die Unschädlichmachung der Abwässer durch Verdünnung, durch chemische Einwirkung, durch vegetabilische und animalische Lebensprozesse.

3. Die Feststellung allgemeiner Grenzwerte des Gehaltes an schädlichen Bestandteilen der Abwässer beim Eintritt in die Flussläufe ist nicht durchführbar, weil solche Grenzwerte jeweilig den besonderen Verhältnissen des einzelnen Falles anzupassen sind.

4. Die Entstehung epidemischer Krankheiten durch Fabrikabwässer ist bisher nicht nachgewiesen.

5. Die Industrie erkennt im übrigen grundsätzlich ihre Verpflichtung an, nach Massgabe der durch Wissenschaft und Praxis gegebenen Mittel Belästigungen durch Abwässer nach Möglichkeit zu vermeiden oder zu vermindern. Gleichzeitig aber ist eine Abwägung der Interessen geboten und bei entgegenstehenden und nicht zu versöhnenden das wirtschaftlich grössere zu schützen.

6. Zur Herbeiführung einer einheitlichen und gleichmässigen Behandlung von bezüglichlichen Streitfragen erscheint die Schaffung einer gewerblich-technischen Reichsbehörde geboten.

Diesen beiderseitigen Thesen fügt F. Fischer, eine anerkannte Autorität, folgendes hinzu:

„Aus den Beschlüssen der Deputation folgt, dass nach Ansicht der Aerzte von den Abwässern der chemischen Industrie, falls sie nicht giftige Metalle (Arsen, Blei) enthalten, nur diejenigen unmittelbar gesundheitsschädlich sein können, welche von Lumpen, Fellen und tierischen Abfällen stammen, also aus Gerbereien, Abdeckereien und einigen Papierfabriken, weil für diese die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass Krankheitskeime (Milzbrand) hineingelangen. Im Hinblick auf die Untersuchung von Esmarch¹⁾ ist aber selbst in diesem Falle eine Gefahr doch wohl kaum denkbar. Wo aber begründeter Verdacht vorliegt, wird es nicht so sehr schwer sein, für diese Ausnahmefälle entsprechende Abhilfe zu treffen. Den Abwässern

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 594.

der Stärke- und Zuckerfabriken, Bierbrauereien u. dergl. kann man höchstens vorwerfen, dass sie die Entwicklung der durch Abwässer des menschlichen Haushaltes zufällig hineingelangten Krankheitskeime begünstigen können. Sie bilden aber gleichzeitig einen noch geeigneteren Nährboden für die zahllosen Fäulnisbakterien, welche die spezifischen Krankheitskeime der städtischen Abwässer unterdrücken, wie Cunningham¹⁾ und andere gezeigt haben, so dass sie also in dieser Richtung eher nützen als schaden. Hieraus ergibt sich aber auch schon, wie völlig verkehrt es ist, den Abfluss eines gewerblichen Abwassers oder dessen Reinigung von der Keimfreiheit abhängig machen zu wollen²⁾. Wenn man ferner annehmen wollte, dass die Fäulnisprodukte den Menschen zur Aufnahme von Krankheitskeimen geeigneter machen, so kann dieses doch wohl erst eintreten, wenn der Grad der erheblichen Belästigung mindestens erreicht ist. Dieses lässt sich aber nur unter Berücksichtigung aller näheren Umstände, der fraglichen Betriebe u. s. w. feststellen. Für die Abwässer der chemischen Industrie ist daher nur das Urteil des sachverständigen Chemikers massgebend. Satz 4 der Schlusssätze des Fabrikantenvereins wäre daher wohl besser fortgeblieben. — Zuzustimmen ist dem Satz 5, das heisst der Verpflichtung, Belästigungen und Schädigungen durch Abwässer nach Möglichkeit zu vermeiden. — Festzuhalten ist jedenfalls, dass die Flüsse die natürlichen Abflusskanäle für alles Wasser sind und die Aufgabe haben, der Industrie und den Haushaltungen ein geeignetes Brauchwasser zu liefern, während die Fische in demselben ganz nebensächlich sind. — Fragen wir nun, welche Beschaffenheit ein Abwasser haben muss, um diese Forderung zu erfüllen, so liegt die Aufstellung von Grenzwerten allerdings sehr nahe, wie sie ja auch die wissenschaftliche Deputation als notwendig bezeichnet. Diesen Weg hat man thatsächlich in England längst eingeschlagen. So wurde 1870 die Forderung gestellt³⁾, dass keine Flüssigkeit in die Flussläufe zu lassen sei, welche:

- a) im Liter mehr als 30 mg suspendierte unorganische oder 10 mg suspendierte organische Stoffe enthält;
- b) im Liter mehr als 20 mg organischen Kohlenstoff oder 3 mg organischen Stickstoff in Lösung enthält;
- c) bei Tageslicht eine bestimmte Farbe zeigt, wenn sie in einer

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. p. 504 u. 545.

²⁾ R. Koch, Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 687.

³⁾ F. Fischer, Verwertung der städtischen und Industrieabfallstoffe, Leipzig 1875, p. 165.

Nun!

Schicht von 30 mm Tiefe in ein Porzellengefäss gebracht wird;

- d) im Liter mehr als 20 mg eines Metalles mit Ausschluss von Kalium, Natrium, Calcium und Magnesium in Lösung enthält;
- e) im Liter, gleichviel ob gelöst oder suspendiert, mehr als 0,5 mg Arsen als solches, oder in irgend einer Verbindung, enthält;
- f) nach Ansäuerung mit Schwefelsäure im Liter mehr als 10 mg freies Chlor enthält;
- g) im Liter mehr als 10 mg Schwefel in Form von Schwefelwasserstoff oder als lösliches Sulfid enthält;
- h) im Liter mehr Säure enthält, als 2 g Chlorwasserstoffsäure entspricht;
- i) im Liter mehr Alkali enthält, als 1 g Aetznatron entspricht.

In dem englischen Gesetz von 1886 wird unterschieden, ob das Abwasser in Flüsse geleitet wird, deren Wasser für den Wasserbedarf von Städten und Dörfern verwendet wird (I) oder nicht (II); das Abwasser darf dann höchstens enthalten (Milligramm in Liter):

	I.	II.
Schwebende Stoffe, organische	10	20
Schwebende Stoffe, unorganische	30	50
Organischer Kohlenstoff	20	20
Organischer Stickstoff	3	10
Metalle (ausser Ca, Mg, K, Na)	20	—
Arsen	0,5	—
Freies Chlor (nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure)	10	20
Schwefel (als H_2S und lösliche Sulfide)	10	20
Freie Säuren (als HCl berechnet) . .	20	100
Freies Alkali (als $NaOH$ berechnet) . .	20	20
Erdöl oder ölige Kohlenwasserstoffe .	0,5	0,5

Als Vergleichswerte mögen diese Zahlen unter Umständen verwendbar sein, nimmermehr als Grenzwerte.

Fliesst z. B. das Abwasser I in einen Bach, welcher nur 5 bis 10mal so viel Wasser enthält, so wird das Bachwasser trotzdem für die meisten Zwecke unbrauchbar, während das den milderen Bestimmungen entsprechende II bei millionenfacher Verdünnung völlig verschwindet. Für fäulnisfähige Abwässer ist ferner die Jahreszeit (z. B. bei Zuckerfabriken), das Gefälle des Wassers, Stauwerke u. dergl. von sehr grossem Einflusse. Es ist ferner zu berücksichtigen, zu welchen Zwecken das Flusswasser verwendet werden soll; für häus-

liche Zwecke, für Gärungsgewerbe u. dergl. sind besonders die faulenden organischen Stoffe, für Wäschereien, Dampfkesselbetrieb u. dergl. die Härte, für Färbereien, Bleichereien u. dergl. ausserdem die Metallsalze zu berücksichtigen u. s. w. So bequem daher Grenzwerte für Abwasser auch für den „grünen Tisch“ sein mögen, für den Fachmann sind sie ganz unannehmbar. Ob eine (erhebliche) Belästigung oder eine Schädigung durch ein gewerbliches Abwasser stattfindet und wie diese Uebelstände zu vermeiden sind, lässt sich nur unter Berücksichtigung aller näheren Umstände durch sachverständige Chemiker entscheiden.

Auch Fleck¹⁾ meint, dass vielfach die sogenannten städtischen Kanalwässer mehr zu fürchten seien, als die Industrieabwässer. Das Gutachten der wissenschaftlichen Deputation bestätigt diesen Schluss ebenfalls. Während nun aber Art und Weise der städtischen Abwässer einigermassen bekannt sind²⁾, fehlt es noch recht sehr an brauchbaren Vergleichszahlen für Industrieabwässer und deren Reinigung, weil die Untersuchung in zu verschiedener Weise ausgeführt wird³⁾, besonders aber, weil die Proben falsch⁴⁾ genommen werden (in einem Gutachten über die Wasserreinigung in Halle soll z. B. das Wasser vor der Reinigung 1598 mg, nach der Reinigung mit Kalk und Thonerdesulfat nur 305 mg Chlor enthalten haben). Dieser Vorwurf ist auch den S. 595 l. c. angegebenen Analysen zu machen, welche daher auch so wenig Beweismittel lieferten, dass als ausschlaggebend der makroskopische Befund⁵⁾ angesehen wurde; mit dieser Art der Beweisführung können wir uns doch wohl nicht einverstanden erklären. (Siehe unter Stärkefabriken, p. 358 d. Schr.) In den meisten Abwasseranalysen fehlt der Gesamt- bzw. der organische Stickstoff (wohl am besten nach Kjeldahl zu bestimmen), in sehr vielen auch das Chlor⁶⁾, welches besonders zur Beurteilung von Analysen vor und nach der Reinigung unentbehrlich ist⁷⁾.

Seit 1876 ist in England die Flussverunreinigung Gegenstand eines besonderen Gesetzes geworden. Gewerberat G. Wolff ist der

¹⁾ 12. u. 13. Jahresbericht der königl. chemischen Zentralstelle, Dresden 1884.

²⁾ F. Fischer, Die menschlichen Abfallstoffe, Braunschweig 1882.

³⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 595.

⁴⁾ p. 160 l. c.

⁵⁾ p. 596 l. c.

⁶⁾ Dies fehlt auch in der Denkschrift über Zuckerfabriken (Verhandl. d. Vereins f. Gewerbeff. 1884, p. 381).

⁷⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1889, p. 160.

Ansicht, dass dieses Gesetz auch das für deutsche Verhältnisse passende Mass so genau trifft, dass es mit entsprechender Modifizierung für die deutsche Verwaltungsorganisation direkt zur Anwendung gebracht werden könnte. In einigen Bundesstaaten ist man schon entsprechend vorgegangen, namentlich in Baden und Sachsen. Seit 1886 ist obiges Gesetz wieder aufgehoben und durch ein erheblich verbessertes ersetzt worden. Als massgebend in Deutschland ist die Anschauung des Reichsgerichtes anzusehen. Nach dem Artikel 39 des zweiten Entwurfes des Bürgerlichen Gesetzbuches soll die Regelung des Wasserrechtes in vollem Umfange der Landesgesetzgebung vorbehalten bleiben. Dieser Artikel, unter welchen auch die Abwässer fallen, entspricht sicherlich nicht den allgemeinen Interessen, jedoch war eine Aenderung desselben bei der Eile, mit welcher die Vorlage zum Bürgerlichen Gesetzbuche im Reichstage erledigt worden ist, nicht zu erwarten.

Für die Untersuchung und Beurteilung der Abwässer macht F. Fischer¹⁾ folgende sehr bemerkenswerte Vorschläge, welche die allgemeine Zustimmung der kompetenten Stellen gefunden haben:

„1. Probenahme. Die Proben sind von einem mit der Art des fraglichen Betriebes vertrauten sachverständigen Chemiker zu entnehmen. Werden die Proben von einem anderen Chemiker untersucht, so wird das Gutachten von beiden gemeinschaftlich abgegeben.

Die Entnahme einer einzigen Probe ist nur dann zulässig, wenn die Beschaffenheit des fraglichen Wassers immer gleichmässig ist, was nur selten der Fall sein wird. Sonst sind so viel Einzelproben zu nehmen (und diese getrennt oder gemischt zu untersuchen), dass das Endergebnis den thatsächlichen Verhältnissen durchaus entspricht. Besonders bei Beurteilung von Reinigungsverfahren ist die Probenahme so einzurichten, dass die genommenen Proben einander wirklich entsprechen.

Bei der Probenahme soll der Sachverständige alle näheren Umstände: die äusseren Merkmale des Wassers, Geruch, Menge der Zuflüsse, Beschaffenheit des Wasserlaufes, in welche sich dieselben ergiessen, Umgebung u. s. w. berücksichtigen. Es ist dringend zu empfehlen, an Ort und Stelle einen oder mehrere charakteristische Bestandteile des Wassers in kurzen Zwischenräumen zu bestimmen

¹⁾ Das Wasser, 1891, p. 272, Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, p. 64 u. 694.

(z. B. Chlor) oder doch zu schätzen (z. B. Ammoniak), um danach die Probenahme mit einzurichten.

Bei Kläranlagen ist auch stets der Niederschlag zu untersuchen, was dadurch geschehen kann, dass aus dem Mischraume Proben mit dem gesamten noch darin schwebenden Niederschlage herausgeholt werden. Der Gehalt desselben muss dem Unterschiede in der Zusammensetzung des zu- und abfließenden Wassers entsprechen. Ist das nicht der Fall, so war Probenahme oder Analyse falsch.

2. Untersuchung. Die Proben sind in dem Zustande zu untersuchen, in welchem sie genommen sind.

Kann daher die Bestimmung der veränderlichen Bestandteile (Ammoniak, organisch) nicht ausgeführt werden, bevor Zersetzungen eintreten würden, so sind diese durch Aufbewahren in Eis, unter Umständen auch durch Erhitzen des vom Niederschlage getrennten Wassers in verschlossener Flasche u. dergl. Mittel entsprechend zu verzögern.

Im Wasser sowie im Niederschlage sind zu bestimmen:

1. Trockenrückstand bei 110° ,
2. Glühverlust,
3. Chlor (als Controle),
4. Schwefelsäure,
5. Kalk und Magnesia,
6. Phosphorsäure,
7. Stickstoff als Nitrate und Nitrite,
 „ als Ammoniak,
 „ gesamt, nach Kjeldahl,
8. Organisches (durch KMnO_4), auch Kohlenstoff mit Chromsäure und mikroskopische Prüfung,
9. Alkalität, freie Säuren, Metalle, Schwefelwasserstoff, Schwefelsäure u. dergl.

Die Bestimmungen 1 bis 5 sollten jedesmal, 7 und 8 überall da, wo organische Abfälle in Frage kommen, ausgeführt werden, während z. B. bei Sodafabriken statt dessen die Bestimmungen unter 9 zu machen wären; 6 hat Bedeutung für die Beurteilung des Düngewertes.“

Wird niemand durch den Einlass des Abwassers in einen Fluss oder Bach benachteiligt, so kann selbstverständlich von einer Reinigung desselben abgesehen werden. Findet eine Schädigung statt, so muss dieselbe verhütet, das Abwasser also gereinigt werden, oder sie muss vergütet werden. Welches von beiden vorteilhafter ist, ist Sache

der Beteiligten. Keinesfalls ist es gerechtfertigt, eine bereits bestehende Fabrik behördlich zu schliessen, oder von ihr ganz unzweckmässige, ja unausführbare Massregeln zu verlangen¹⁾. Für die Unschädlichmachung bzw. Reinigung der Fabrikabwässer sind zahllose Vorschläge gemacht worden, von denen weitaus die meisten sich als wertlos erwiesen haben. Es ist natürlich das Bestreben vorhanden, die Abwässer derart zu behandeln, dass die Bestandteile derselben wieder verwertet werden können und somit die Kosten der Reinigung ganz oder teilweise decken. Dieses Bestreben ist in einigen Fällen von dem Erfolge gewesen, dass sogar ein erheblicher Ueberschuss erzielt wurde. Sehr häufig aber müssen die Kosten für die Reinigung ohne jede Entschädigung getragen werden.

Wenn auch die Abwässer verschiedener Industriezweige eine verschiedene Behandlung zur Reinigung erfordern, so sind doch zahlreiche Reinigungsmethoden vielseitiger Anwendung fähig, besonders wenn es sich hauptsächlich um die Beseitigung organischer Substanzen handelt. Einige der in den letzten Jahren entstandenen und sich einer gewissen Beliebtheit erfreuenden sind im folgenden ohne Kommentar nach den Mitteilungen der Urheber wiedergegeben.

Verschiedene Reinigungsmethoden.

Die Reinigungsmethoden, welche sich auf die besondere Wirksamkeit gewisser, manchmal geheimgehaltener, chemischer Präparate und Gemische stützen, ohne Wert auf bestimmte Apparate und Vorrichtungen zu legen, sind Legion. Sehr viele sind einzig wegen der bedeutenden Kosten nicht verwendbar, zahlreiche sind wertlos und eine kleine Anzahl hat sich als brauchbar erwiesen, besonders für Abwässer mit viel organischer Substanz, wie solche aus Zuckerfabriken, Färbereien etc. Im allgemeinen bricht sich mehr und mehr die Ansicht Bahn, dass Aetzkalk das in weitaus den meisten Fällen völlig genügende, wirksamste und billigste Fällungsmittel ist. Von den neueren Präparaten, die mit Vorteil angewendet werden, ist das von A. und P. Buisine zu erwähnen²⁾. Dasselbe besteht aus Ferrisulfat und wird durch Auflösen von Kiesabbränden in Schwefelsäure von 66° B durch Erhitzen auf 100° bis 150° dargestellt. Bei geringen Herstellungskosten soll es organische Stoffe vollständiger als Kalk aus-

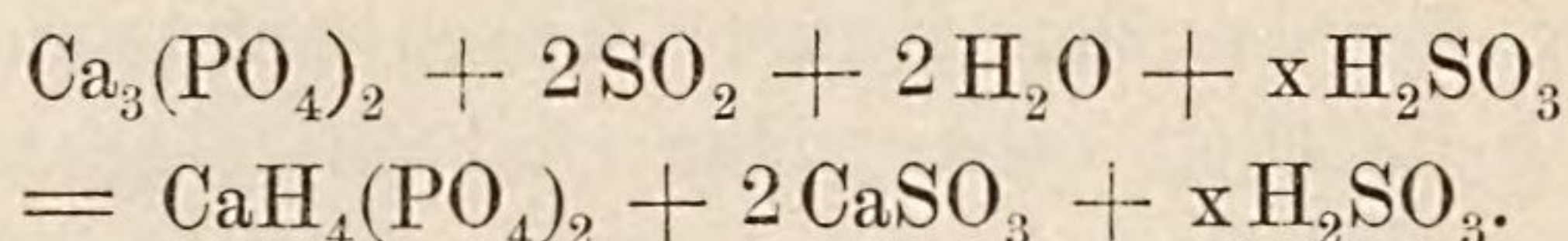
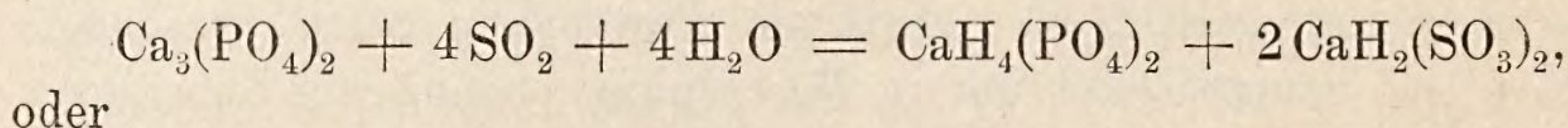
¹⁾ Fischer, Das Wasser, p. 276.

²⁾ Compt. rend. 1891, 112, p. 875.

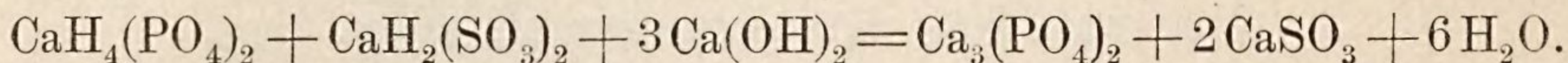
fallen. Das damit gereinigte Wasser eines Baches, welcher stark durch Abflüsse aus Färbereien und Wollwäschereien verunreinigt wurde, soll völlig klar, farb- und geruchlos und neutral resp. sehr schwach sauer sein, was mit Aetzkalk nicht zu erreichen war, da das mit diesem behandelte Wasser alkalisch reagierte, unangenehm roch und bald faulte.

C. A. Burghardt¹⁾ empfiehlt eine Mischung von Ferrisulfat, Eisenchlorid, Thonerdesulfat und (event.) Natronsulfat, welche durch Behandlung von Beauzit, Eisenoxyd und Kochsalz mit Schwefelsäure enthalten wird.

Liesenbergs und Staudingers²⁾ behandeln die Abwässer mit einer Lösung von Phosphaten in Schwefligsäure, welche mit den darin enthaltenen oder absichtlich zugesetzten alkalischen Erden und Oxyden voluminöse Niederschläge liefern, die alles Organische mit sich reissen und leicht filtrierbar sein sollen:



Das saure Phosphat verwandelt sich in unlösliches dreibasisches Phosphat und das saure Sulfit in unlösliches Monosulfit:



P. Beuster³⁾ benützt Schwefeleisen als Sauerstoff übertragendes Medium. Sauer reagierende, mit organischen Stoffen verunreinigte Wässer werden zunächst mit Aetzkalk neutralisiert, dann mit Magnesia stark alkalisch gemacht. Das hydratische Schwefeleisen wird am besten durch eine Mischung von 1 Schwefelnatrium und 10 Eisenchlorid mit 800 Wasser dargestellt; es bleibt grösstenteils im überschüssigen Eisenchlorid verteilt; dadurch wird die Zuführung desselben in das Abwasser sehr erleichtert: $\text{FeCl}_2 + \text{MgO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{MgCl}_2$.

Zur sicheren Wirkung des Schwefeleisens muss ein geringer Ueberschuss an Magnesia vorhanden sein. —

Bei Abwässern mit hohem Stickstoffgehalte hat man sich bemüht, mit der Reinigung die Gewinnung von Ammoniak zu verbinden.

W. Adenay⁴⁾ setzt demselben Alkalimanganat oder Permanganat zu und verarbeitet den Niederschlag auf Manganat und Ammoniak.

¹⁾ Journ. Soc. Chem. Ind. **13**, p. 832.

²⁾ D.R.P. 55281.

³⁾ D.R.P. 55149.

⁴⁾ Engl. Pat. 18963 und 10929, 1890 und 1891.

A. Mylius¹⁾ klärt zunächst mit Kalkmilch und lässt das so gereinigte Abwasser und verdünnte Schwefelsäure gesondert durch ein Rinnensystem fließen. Aus den Rinnen hängen Tücher aus Asbest oder sonstigen capillaren Stoffen heraus, woran die Flüssigkeiten herabrieseln. Das System wird evakuiert: Ammoniak und flüchtige Basen verdunsten und werden von der Schwefelsäure aufgenommen, welche weiterfließt, während sich das ausgenützte Wasser sammelt und abgelassen wird.

C. Liesenbergs Verfahren.

Als Unterscheidungsmerkmal dieses Verfahrens wird die Nichtverwendung von Sulfaten als Klärmittel hervorgehoben, welche immer die Bildung von Schwefelwasserstoff zulassen und damit die Entwicklung der besonders in Zuckerfabrikabwässern auftretenden Algen (*Beggiatoa*) begünstigen. Zur Ausführung des Verfahrens ist, was Apparate anlangt, ausser den üblichen Klärbassins und dem Klärteiche, eine Einrichtung nötig, welche automatisch die Fällungsmittel dem Abwasser zuführt (Fig. 1 u. 2). Die Anlage besteht aus einem Wasserrade A, welches durch die fließenden Abwässer in Bewegung gesetzt wird, und sich je nachdem rascher oder langsamer dreht. Dieses Wasserrad treibt ein Schöpfrad B an, welches aus drei getrennten Abteilungen eines Kastens mittels einer bestimmten Anzahl von Schöpfkännchen die verschiedenen Präparate (Kalk, Ferrit, Aluminat) dem Wasser zuführt. Man lässt die Präparate nicht an derselben Stelle in das Wasser gelangen, sondern führt ihm die Kalkmilch ein Stück entgegen; die Ferritlösung lässt man ungefähr an der Stelle des Schöpfrades auslaufen, die Aluminatlösung unterhalb desselben. Die Anzahl der Schöpfkännchen ist so zu wählen, dass das Abwasser beim Eintritt in die Absatzbassins eine Alkalität von 0,015 % CaO zeigt. Ein derartig behandeltes Abwasser muss eine flockige Abscheidung enthalten, die sich binnen kurzer Zeit absetzt. Die Absatzbassins, deren Anzahl von der Grösse der Anlage abhängig ist, lassen sich einzeln ausschalten, um abwechselnd gereinigt werden zu können. Das soweit gereinigte Abwasser verbleibt nach dem Absetzen noch einige Zeit in einem grösseren Schlammteiche, in welchem auch etwa vorhandenes heisses Wasser auf die vorgeschriebene Temperatur abgekühlt wird. Ueber die chemische Seite des Verfahrens entnehmen wir dem Patent folgende Angaben:

¹⁾ D.R.P. 66465, 1881.

Es ist bekannt, dass Eisenverbindungen auf Abwässer eine vorzüglich reinigende Wirkung ausüben, und wenn eine intensive An-

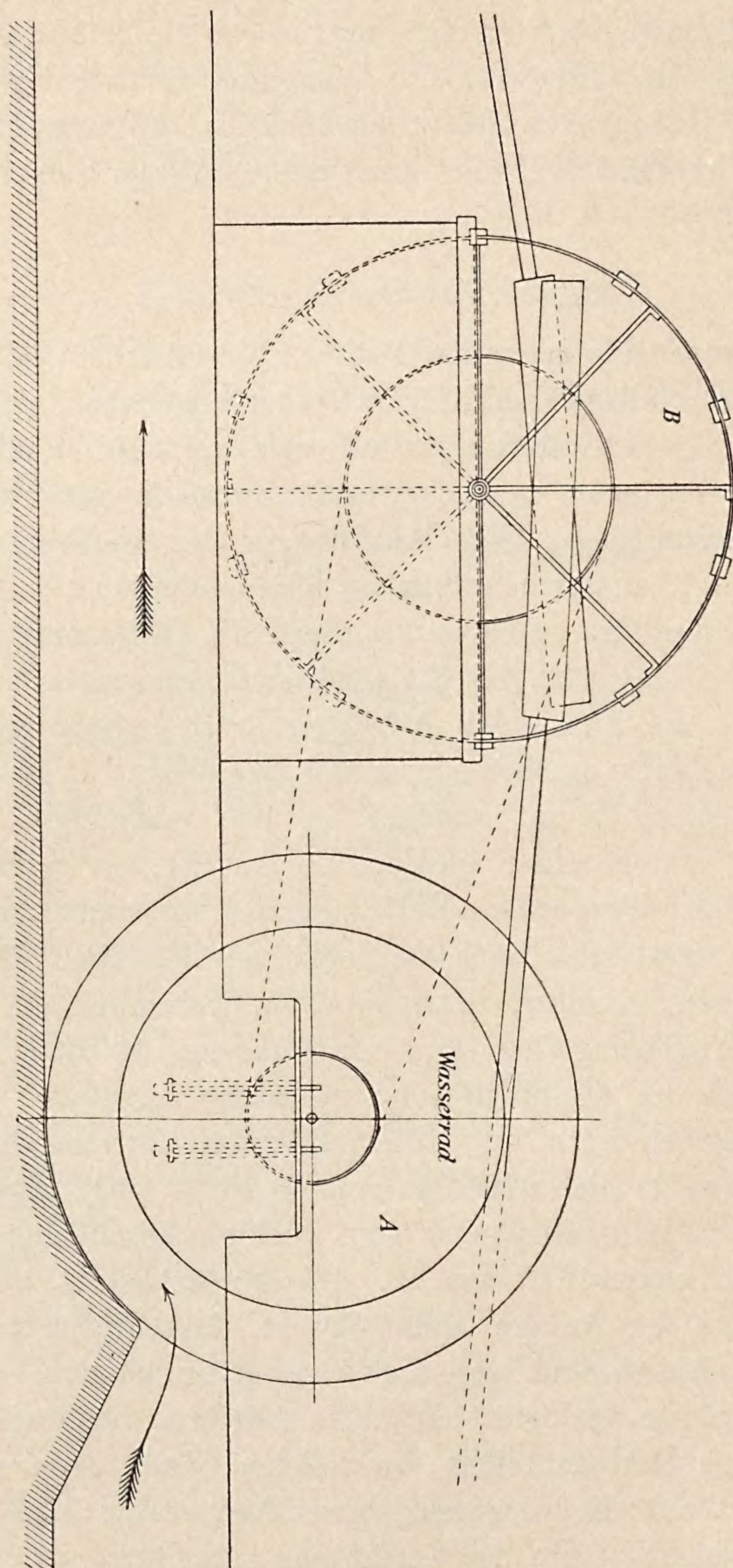
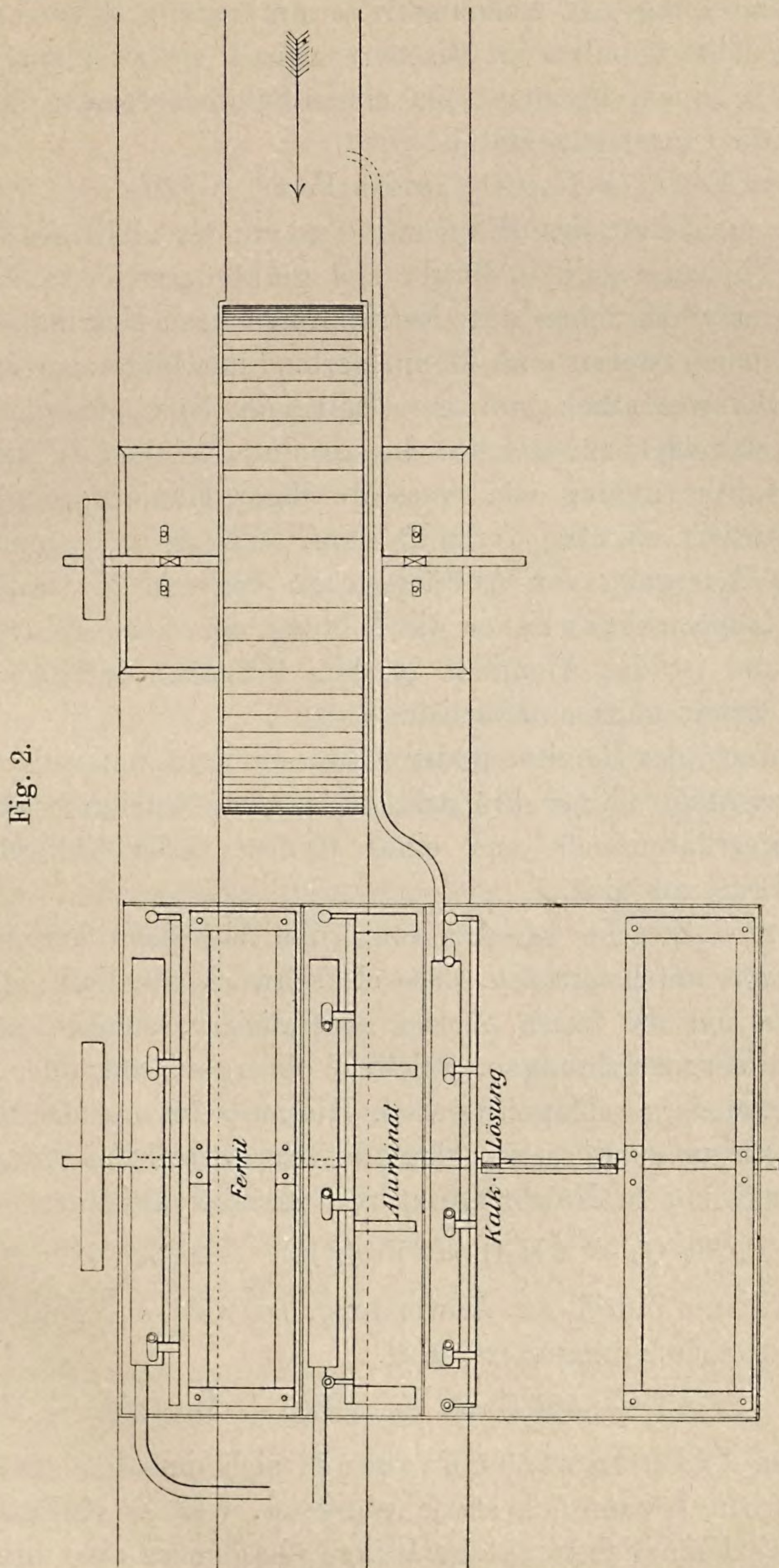


Fig. 1.

wendung solcher Eisenverbindungen bisher nicht stattfand, so ist der Grund nur darin zu suchen, dass es an einem entsprechend billigen,

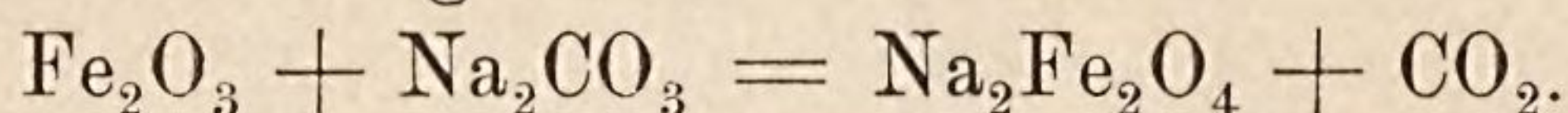
in allen seinen Teilen wirksamen Eisenpräparat fehlte. Dieser Mangel soll durch vorliegende Erfindung beseitigt werden, nach welcher die Abwässer mittels einer neuen Eisenverbindung behandelt werden,



welche sich sowohl durch ihren grossen Reinigungseffekt, als auch durch Billigkeit auszeichnet.

Das neue Produkt ist in erster Linie Natriumferrit ($\text{Na}_2\text{Fe}_2\text{O}_4$) bzw. eine Doppelverbindung desselben mit einem Aluminat.

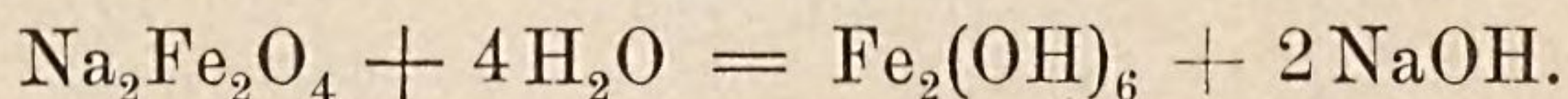
Zur Herstellung des Natriumferrits unterwirft man ein inniges Gemisch aus fein gepulverten Eisenerzen und einer entsprechenden Menge Soda in einem Flammenofen einem Schmelzprozess. Es findet hierbei folgende Umsetzung statt:



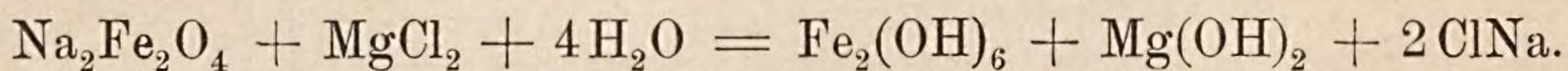
Nimmt man statt des Eisenerzes nur ein eisenhaltiges Mineral, wie Bauxit, Thoneisenstein u. dergl., und glüht dasselbe in Mischung mit Soda, so entsteht neben dem Natriumferrit noch Natriumaluminat, welches mit dem ersteren eine Doppelverbindung bildet, so dass sich dieses Produkt wesentlich von gewöhnlichem Natriumaluminat des Handels unterscheidet, für welches die absolute Reinheit in Bezug auf Eisen die Hauptbedingung ist, weshalb dieses Handelsprodukt auch stets als garantiert eisenfrei verkauft wird. Für die vorliegende Anwendung zur Reinigung von Abwässern ist dagegen der Eisengehalt gerade die Hauptsache, weil er die Bildung von Schwefelwasserstoff verhindert, und ist das Aluminat in dem Präparat durchaus nebensächlich und sogar ganz entbehrlich.

Der Prozess der Reinigung der Abwässer geht unter der gegenseitigen Einwirkung obiger Präparate d. h. des Natriumferrits bzw. des Natriumferritaluminats und eines Hydrats oder Chlorids einer alkalischen Erde vor sich.

Zu diesem Zwecke versetzt man die Abwässer beispielsweise zunächst so weit mit Kalkmilch, dass sie schwach alkalisch reagieren, wodurch nicht nur die freien Säuren neutralisiert, sondern auch alle mechanischen Verunreinigungen, gleichviel ob organischer oder anorganischer Natur, niedergeschlagen werden. Hierauf setzt man das Natriumferrit (oder Natriumaluminat) zu. Dasselbe zersetzt sich im Wasser nach folgender Gleichung in Natronhydrat und Eisenoxydhydrat:



Kommt ein Chlorid zur Anwendung, so wird das Natronhydrat noch in Chlornatrium umgesetzt, z. B.:



Das in beiden Fällen in statu nascendi sich ausscheidende Eisenoxydhydrat wirkt bekanntlich stark reinigend, weil es einestheils viele der in Lösung befindlichen unorganischen, besonders aber organische

Verbindungen mit ausfüllt, anderenteils aber auch jede Bildung von Schwefelwasserstoff oder anderen nicht oxydierten Schwefelverbindungen verhindert bzw. beseitigt.

Das Eisenpräparat hat auch noch den wesentlichen Vorteil, dass es die sich bildenden Niederschläge derart beschwert, dass die Klärung momentan eintritt, wodurch die betreffenden Klärbassins bedeutend leistungsfähiger gemacht werden und dementsprechend reduziert werden können, was bei dem gewöhnlichen Raummangel der Fabriken von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Dann kommt bei der Anwendung des Eisenpräparats auch die Flächenattraktion in viel stärkerem Grade zur Geltung, als bei anderen Mitteln, so dass dementsprechend mehr Unreinigkeiten ausgefällt und niedergefallen werden.

Auf diese Weise gereinigtes Wasser erweist sich als vollständig klar, geruchlos, dauernd haltbar und frei von Spaltpilzen. Auch der gebildete Niederschlag, welcher sich vollständig als Schlamm auf dem Boden absetzt, ist geruchlos und dauernd haltbar.

Das Calciumhydrat, welches bei Beginn der Operation zugesetzt wird, kann je nach Art und dem Grade der Verunreinigung der Abwässer teilweise oder ganz durch andere Hydrate oder Chloride der alkalischen Erden ersetzt werden.

An Stelle des Natriumferrits oder des Natriumferritaluminats könnte auch ein anderes Alkaliferrit bzw. Alkaliferritaluminat Anwendung finden, jedoch sind die ersteren Verbindungen ihrer Billigkeit halber vorzuziehen.

Wie die jetzigen Patentinhaber, Bergius und Co. in Goldschmieden, mitteilen, ist das Verfahren in zahlreichen Färbereien, Schlachthäusern etc. und in etwa 50 Zuckerfabriken mit Erfolg eingeführt. Einzelne Fabriken, welche wenig Wasser zur Verfügung haben, sollen schon seit Jahren das mit dieser Anlage gereinigte Wasser wieder im Betriebe verwenden können — womit das Ideal der Schmutzwasserreinigung für Fabriken erreicht sein würde. Die Kosten der Anlage sollen, mit Ausnahme der Klärbassins, 500 bis 600 Mark, die Betriebskosten für Zuckerfabriken 2 Mark, und ca. 2 bis 3 Ztr. Kalk, für 1000 Ztr. Rüben betragen.

Reinigungsverfahren von F. A. Rob. Müller und Co. Patent Nahnsen.

Die Einrichtung dieses Reinigungsverfahrens ist in Fig. 3 u. 4 dargestellt.

Die aus dem Zuflusskanale A kommenden Abwässer treten zu-

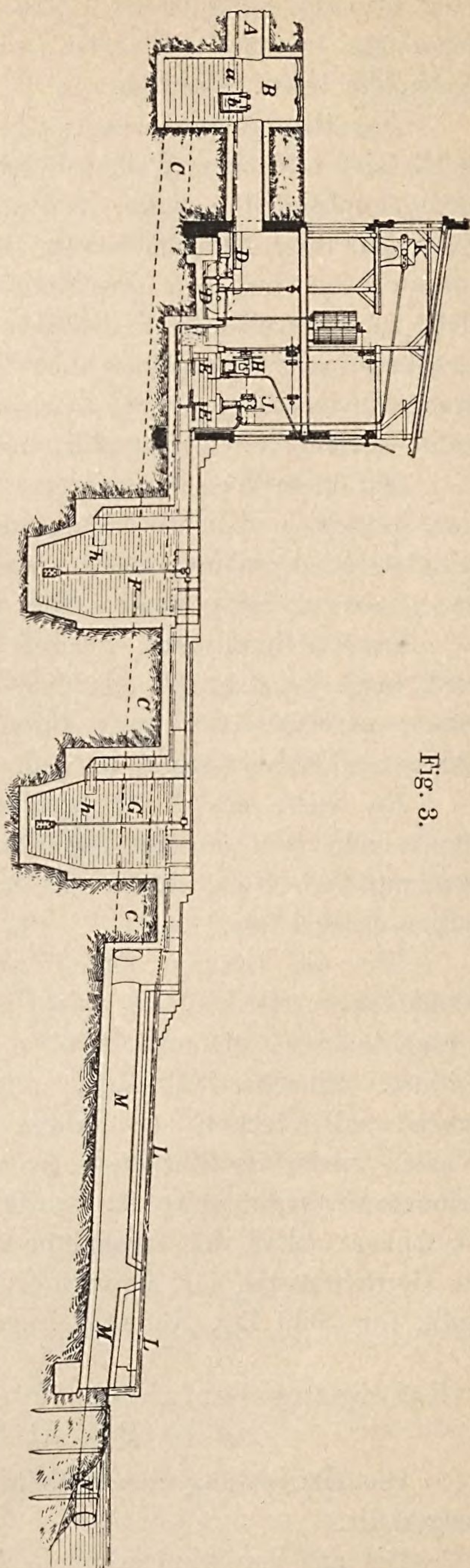


Fig. 3.

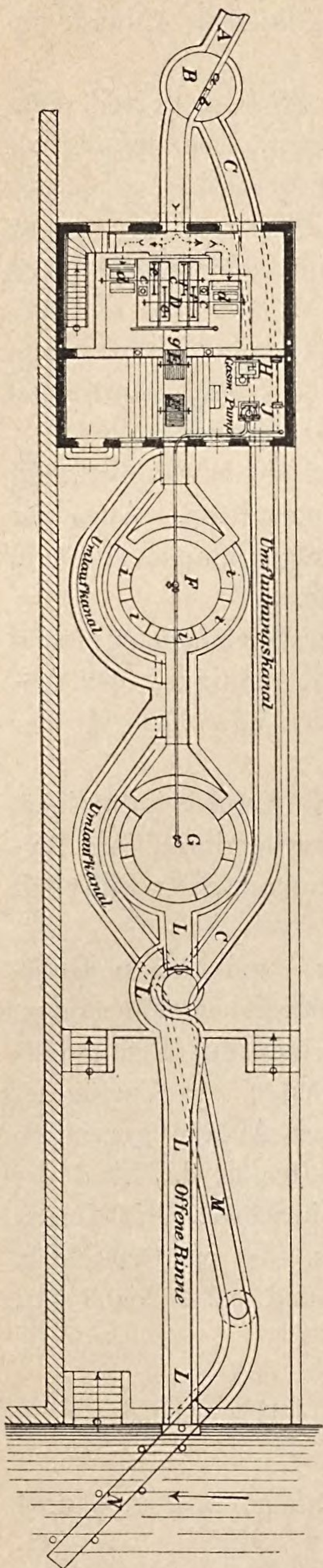


Fig. 4.

nächst in den Vorbrunnen B ein, in welchem die gröberen Stoffe, wie Sand und kleines Gerölle zurückbleiben.

Ein daselbst vorhandenes Ueberfallwehr a mit Schieber b lässt die Ableitung bei grösseren meteorischen Niederschlägen durch den Umflutungskanal C zu, so dass die Abwässer alsdann die Reinigungsstation gar nicht passieren.

Für gewöhnlich fliessen letztere durch ein doppelteiliges Zuflussgerinne nach dem Regulierungsapparat D (Patent der Firma F. A. Rob. Müller in Schönebeck), einer durchaus selbstthätig wirkenden Vorrichtung, die das Messen des zuströmenden Wassers und die Beimengung des chemischen Präparats neben Aetzkalk, in konstantem Verhältnis zu der Menge des ungereinigten Wassers, ermöglicht.

An der Welle c (deren, des geteilten Zuflussstromes wegen, zwei vorhanden sind) befinden sich je vier Kastenschaufeln d. Nach Füllung einer solchen dreht sich die Welle um 90° und bewirkt gleichzeitig den Ausguss der an derselben Achse befindlichen Schöpfwerke e und f, von welchen das eine in Wasser aufgelösten Aetzkalk und das andere eine der genannten Firma gleichfalls patentirte Mischung von Chemikalien enthält, deren Hauptbestandteil Kieselsäurehydrat ist (vergl. S. 336).

Nachdem die Beimengung der Chemikalien bei g erfolgt ist, sind die Wasser gezwungen, zwei mit der Hand verstellbare Drehgitter E zu durchlaufen, um die stets vorhandenen gröberen Stoffe, wie Holz und Stroh, zurückzuhalten.

Die Effluvien ergiessen sich alsdann in den Brunnen F, treten in der Höhe bei h ein, setzen ihre Schlammmassen ab und steigen nach oben. Alsdann fliessen sie über die Ränder i und machen in dem Brunnen G denselben mechanischen Reinigungsprozess noch einmal durch.

Die in den untersten Brunnenteilen zurückbleibenden Schlammmassen werden mittels einer, durch einen Gasmotor H getriebenen, Plungerpumpe I nach der Filterpresse K gedrückt, wo sie in feste so weit wie möglich vom Wasser befreite Massen verwandelt werden.

Das geklärte Wasser fliesst aus dem Brunnen G entweder zu Tage durch eine offene Rinne L oder durch den unterirdischen Kanal M ab.

Letzterer hat in der gusseisernen Röhre N eine Verlängerung erhalten, deren Mündung unter dem niedrigsten Wasserstande liegt.

H. Reiser's Kläranlage für Fabrik- und Städteabwässer,
Klärapparat mit Stromteilung. Patent Dervaux.

Die Leistung eines Klärbehälters steht im direkten Verhältnis zu den dem zu klärenden Wasser dargebotenen Klärflächen, zweckmässige Anordnung derselben vorausgesetzt.

Nicht alle Wässer klären sich durch Absetzen gleich gut, manche selbst gar nicht oder doch nur sehr langsam. Dagegen sind die klärfähigen, und hiezu sollen diejenigen gerechnet werden, deren Schlammteilchen mit einer Geschwindigkeit von mindestens 2 mm die Minute zu Boden sinken, die häufigsten. Für diese hat der Dervauxsche Apparat kein Filter notwendig.

Alle anderen sogenannten selbstthätigen Wasserreinigungsapparate können das zu reinigende Wasser nicht auf diesem natürlichen Wege, sondern nur auf dem der Filtration vollständig klären; es haben die bei den Apparaten angewandten Absatzkästen oder Klärbehälter mit geraden oder schraubenförmigen Blecheinlagen, die dem Wasser einen künstlich vielfach verlängerten, zickzackförmigen oder gewundenen Weg geben, nur den Wert, im günstigen Falle die Hauptmasse des Schlammes abzusetzen, während immerhin noch ein grosser Teil desselben durch Filtration beseitigt werden muss.

Klären können solche Apparate ohne Anwendung eines Filters überhaupt nicht wegen der zu grossen Stromgeschwindigkeit, es sei denn, dass man den Klärbehältern, der Leistung entsprechend, riesige Dimensionen gäbe, was sie nicht allein sehr verteuern, sondern auch wegen des für die Aufstellung erforderlichen grossen Raumes unzweckmässig machen würde. Aus diesen Gründen müssen solche Apparate Filter haben.

Um aber schlammiges Wasser in einem kontinuierlich wirkenden Apparate ohne Anwendung eines Filters vollständig zu klären, ist ein so grosser Klärungsquerschnitt nötig, den das Wasser durchströmt, dass die absolute Stromgeschwindigkeit geringer ist, als die Fallgeschwindigkeit der auszuscheidenden Schlammteilchen. Dies ist bei Behältern von verhältnismässig kleinen Dimensionen nur mit dem patentierten Dervauxschen Klärbehälter mit Stromteilung praktisch durchführbar, aber bei keinem anderen Apparate irgend welcher Konstruktion.

Diese Behauptung wird durch Nachstehendes erwiesen und erläutert.

Will man in einem Klärgefässe kontinuierlich Wasser, welches

entweder von Natur oder durch Zusatz geeigneter Reagentien (Kalkhydrat, Soda etc.) schlammig ist, durch Absetzen vollständig klären, so ist, um 1 ccm klares Wasser per Stunde zu erhalten, ein Klärquerschnitt von mehr als

$$\frac{1}{0,002 \times 60} = 8,33 \text{ qm}$$

(bei 2 mm Ausfallgeschwindigkeit der Schlammpartikelchen in der Minute) nötig, so dass die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes geringer ist, als die der niedersinkenden Schlammpartikelchen.

Man denke sich ein solches Verhältnis auf ein Gefäss nach Fig. 5 angewendet. Die Einströmung schlammigen Wassers findet bei a und die Ausströmung oben durch das Rohr b statt. Ist die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes geringer als die der sinkenden

Fig. 5.

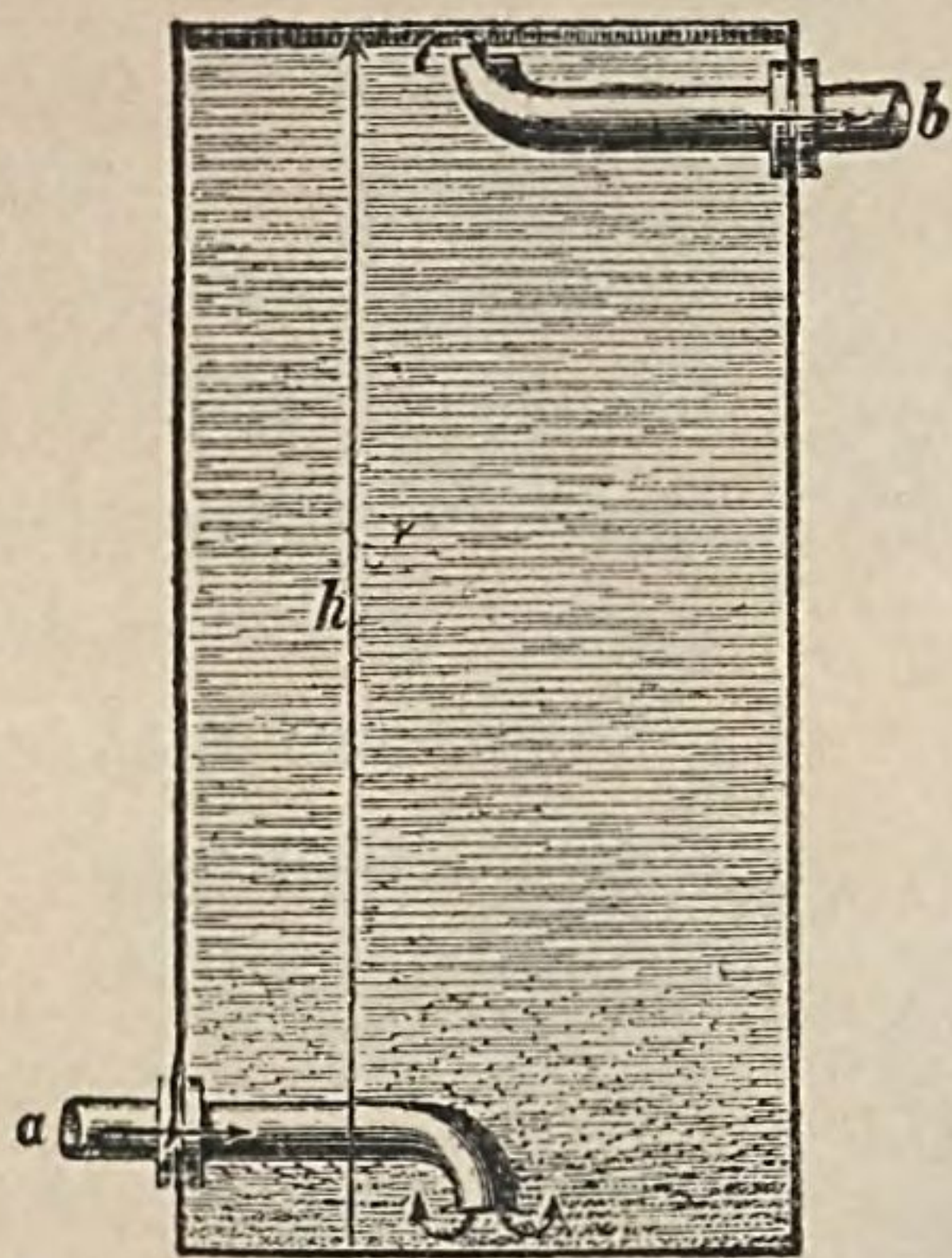
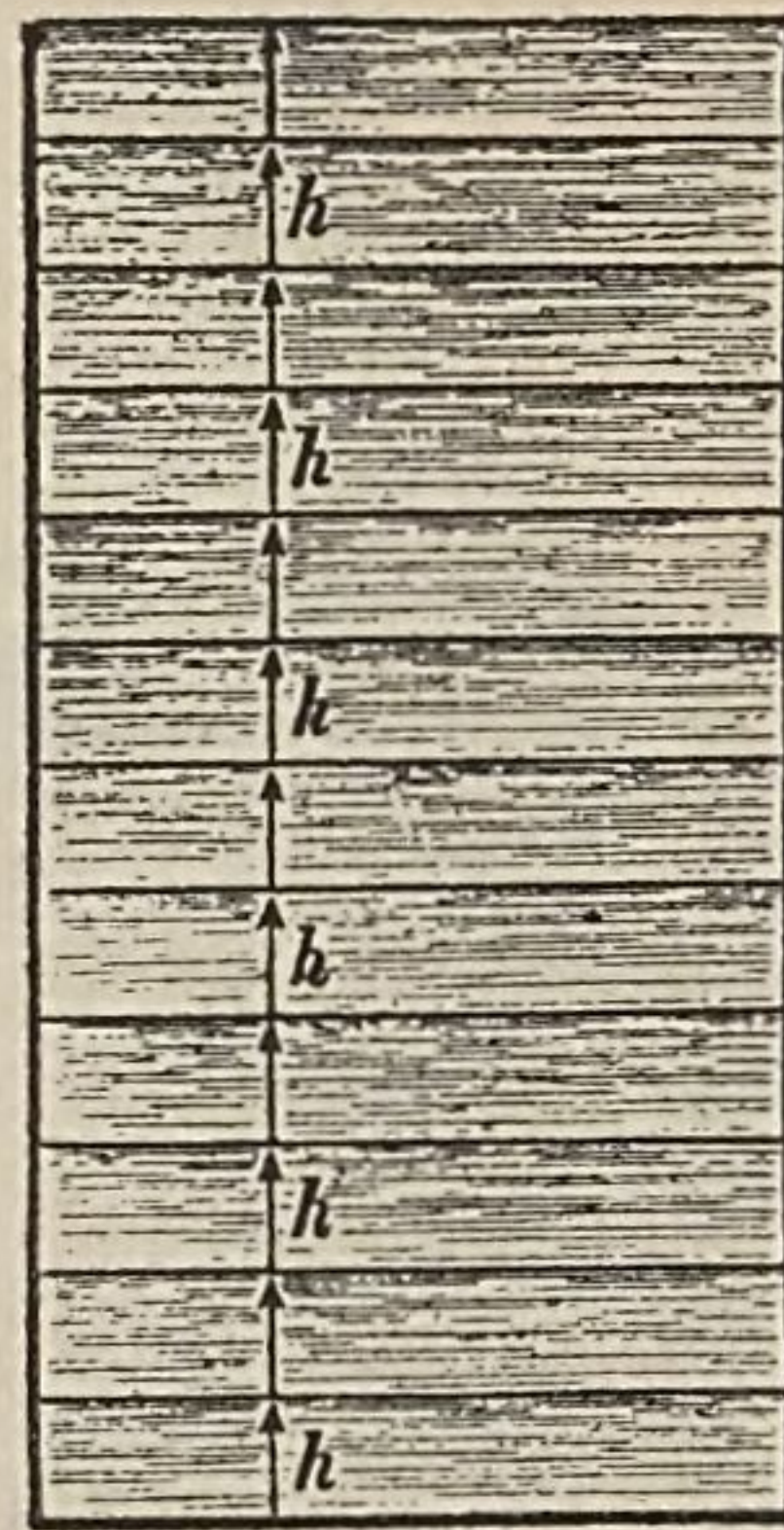


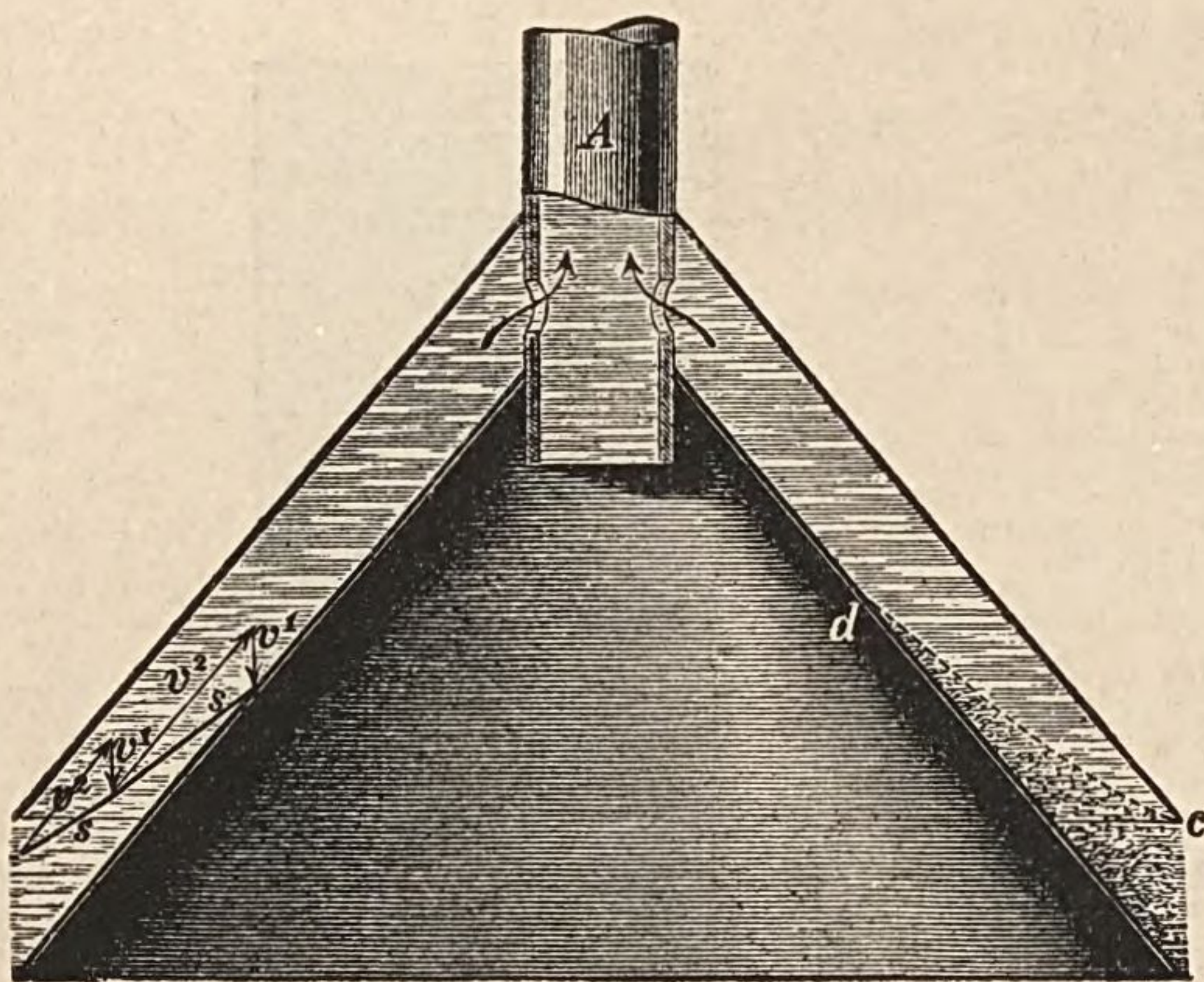
Fig. 6.



Schlammteilchen, so fliesst bei b stets klares Wasser ab, und der Schlamm bleibt im Gefäss zurück. Man sieht aber auch, dass die Menge des geklärten Wassers nur von dem horizontalen Querschnitt abhängt, einerlei, wie hoch das Gefäss ist. Es wäre demnach mit der Vergrösserung der Höhe des Gefässes nichts zu gewinnen, weil, während die oberen Schichten sich klären, der ausfallende Schlamm auch die unteren Schichten durchdringen müsste. Bringt man dagegen in diesem Gefässe eine Anzahl, angenommen 11, horizontale Bleche in gleichen Abständen an, so dass jede der entstandenen 12 Abteilungen ein Gefäss für sich bildet (Fig. 6), so ist es einleuchtend, dass jede Abteilung ebensoviel Wasser klären kann, wie das grosse Gefäss (Fig. 5), vorausgesetzt, dass die Geschwindigkeit des aufsteigenden Wasserstromes in jeder Abteilung dieselbe ist, wie in dem grossen Gefässe (Fig. 5),

also geringer als die Geschwindigkeit der niedersinkenden Schlammteilchen. Diese übereinander gestellten Gefässe haben den 12fachen Klärquerschnitt und würden dasselbe leisten wie zwölf nebeneinander gestellte Gefässe nach Fig. 5. Da es aber nicht möglich ist, das Wasser in jede einzelne Kammer so einzuführen, dass es im ganzen Querschnitt gleichmässig aufsteigen und ebensowenig oben im ganzen Querschnitt wieder abfliessen kann, da es ferner auch nicht möglich ist, den abgesetzten Schlamm von den horizontalen Wänden zu entfernen, so war es nötig, die Scheidewände schräg anzuordnen (Fig. 7) und das Wasser, gleichmässig verteilt, seitlich die Kammern durchströmen zu lassen. Am zweckmässigsten sind in gewissen Abständen übereinander gestellte Schirme (Fig. 8). Man braucht also das Wasser

Fig. 7.



nicht in dem ganzen Querschnitt in jede einzelne Abteilung senkrecht aufsteigen zu lassen und ebensowenig abzuleiten, sondern lässt es die Abteilungen seitlich durchströmen; denn es ist gleichgültig, ob es in den Klärabteilungen senkrecht aufsteigt, oder durch die Ringquerschnitte seitlich ein- und an der Spitze des Conus wieder ausströmt, wenn es dazu dieselbe Zeit gebraucht, was aus der

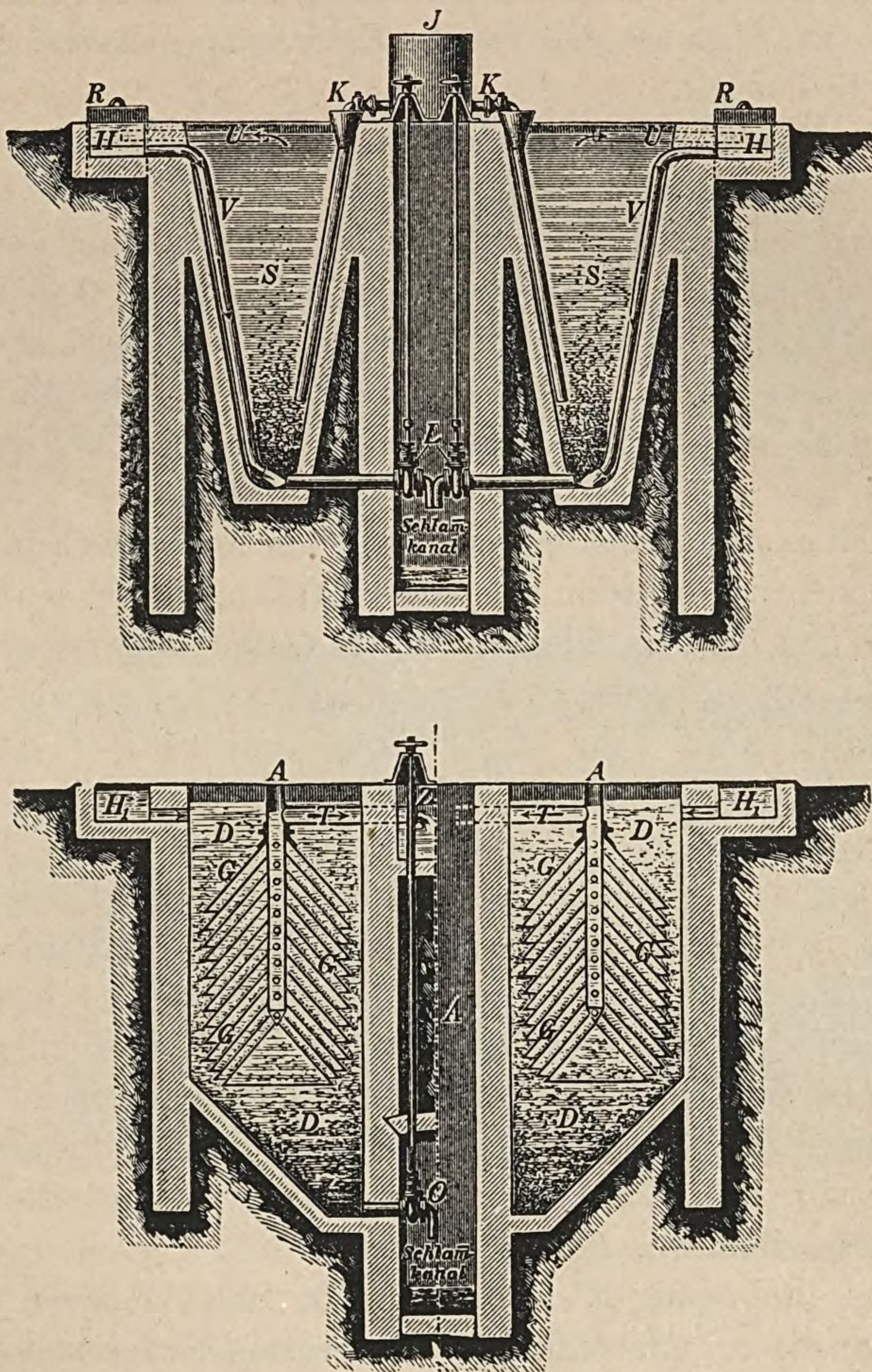
graphischen Darstellung der Fig. 7 hervorgeht. Ist die Fallgeschwindigkeit eines Schlammteilchens gleich v^1 und die Wassergeschwindigkeit gleich v^2 , so muss das Schlammteilchen der Resultante S folgen und sich schliesslich auf die Schirmfläche ablagern. Bevor das Wasser an das zentrale Rohr A gelangt, sind sämtliche Schlammteilchen abgesetzt. Die Wassergeschwindigkeit nimmt nach der Mitte hin zu, so dass sich die Schlammgrenze nach der Kurve cd bildet. Ueber dieser Linie wird stets geklärtes Wasser sein und nur solches in das Rohr A abfliessen.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, kann die Leistungsfähigkeit eines Klärbehälters durch die Einbauung des Stromleitungssystems auf das 15- bis 25fache gesteigert werden. Dieselbe steht im direkten

Verhältnis zu der Anzahl der Klärkammern. Die dadurch erzielte ausserordentlich hohe Leistungsfähigkeit macht ein Filter in vielen Fällen vollständig überflüssig, was bei keinem anderen System, Zickzack- oder Schraubensystem, möglich ist.

Die Abwässer der Fabriken werden in den seltensten Fällen

Fig. 8.



wieder in den Betrieb zurückgeführt, vielmehr sucht sich der Fabrikant derselben auf dem bequemsten Wege zu entledigen. Während man früher unbeanstandet die Abwässer in die Flüsse leitete, suchen in neuerer Zeit die Behörden aus sanitären Gründen mit Rücksicht auf die Anwohner der Flüsse, im Interesse der Schifffahrt und Fischzucht,

dahin zu wirken, dass die Abwässer nur dann in die Bäche und Flüsse geleitet werden, wenn dafür gesorgt wird, dass ihre Beschaffenheit zu Bedenken keinen Anlass gibt.

Es ist selbstverständlich, dass die so überaus verschiedene Natur der Abwässer aus Fabriken und Städten keine einheitliche Behandlung zulässt.

Hiebei sind zwei verschiedene Methoden der Reinigung zu unterscheiden, je nachdem es sich um die Entfernung gelöster oder suspendierter Stoffe handelt.

1. Die Methode der Fällung mit Hilfe von Chemikalien.

2. Dekantation (Absetzen).

In den meisten Fällen wird man beide kombinieren müssen. Zuweilen wird auch noch eine Filtration nötig sein. Jedenfalls muss bei jedem Abwasser das Reinigungsverfahren der Beschaffenheit desselben angepasst werden, und zu diesem Zweck ist eine Untersuchung desselben nach seinem chemischen und physikalischen Verhalten unerlässlich.

Handelt es sich darum, einem Wasser nur mechanisch beigemengte Stoffe zu entziehen, so wird in den meisten Fällen, wie bei den Abwässern der Papier- und Cellulosefabriken, ein Filtrationsapparat genügen.

Sind in dem Abwasser Säuren abzustumpfen, so wählt man als billigstes Mittel Kalk. Um das Wasser nicht zu stark alkalisch zu machen, und an Kalk zu sparen, arbeitet man vorteilhaft mit einer Lösung von gesättigtem Kalkwasser.

Fett aus den Abwässern von Molkereien etc. führt man mittels Kalkwasser in unlösliche Seife über und entfernt letztere durch Dekantation (Absetzen) oder Filtration. Der Rückstand aus Walkabwässern lässt sich zumeist vorteilhaft zur Gasfabrikation verwenden, eventuell lässt sich auch das reine Fett wieder gewinnen.

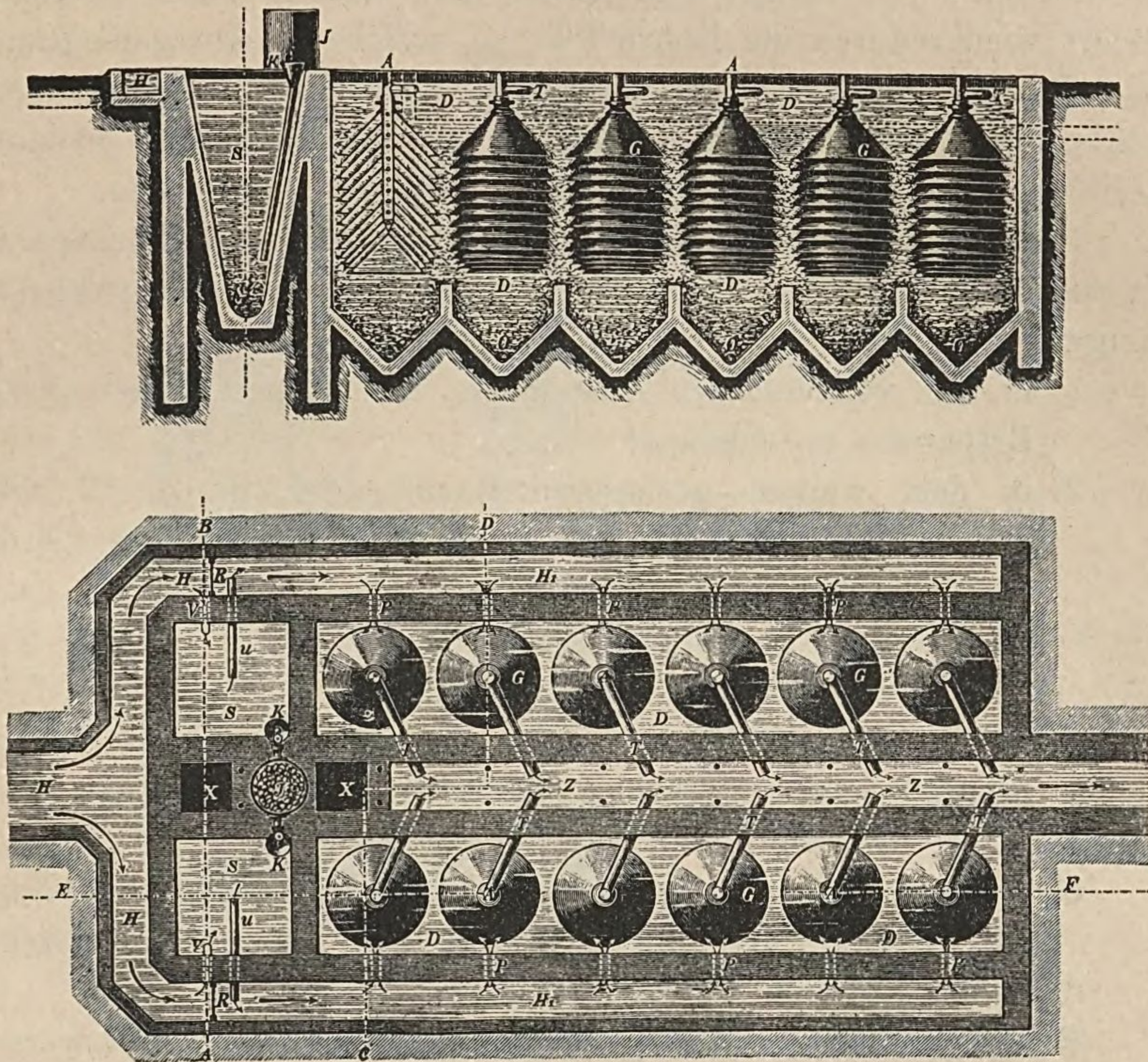
Abwässer aus Färbereien lassen sich oft durch Filtration, manchmal jedoch nur nach Zusatz von chemischen Fällungsmitteln, welche die Farbstoffe einhüllen, farblos machen.

Bei der Reinigung der Abwässer von Städten lassen sich teure Kläranlagen, die oft unverhältnismässig grosse Flächen und eine grosse Zahl Bedienungsmannschaften erfordern, durch Dekantation auf dem Wege der Stromteilung in vorteilhafter Weise ersetzen. Bei gleichzeitiger Verwendung von Kalkwasser oder Eisenvitriol etc. werden derartige Abwässer geruchlos und bleiben, was auch nicht zu unterschätzen ist, nur etwa eine halbe Stunde in den Klärabteilungen, um dieselben vollständig geklärt zu verlassen. Bei den bisher üblichen

Anlagen bleibt das Wasser oft mehrere Stunden in den Klärbassins und geht infolge des langen Stehens selbst bei Anwendung von Kalkmilch oder anderen Desinfektionsmitteln wieder in Fäulnis über.

Man hat für städtische Abwässer auch schon Filtrationsanlagen ausgeführt, doch ist, abgesehen davon, dass die Kosten derartiger Anlagen ganz enorm sind, die Bedienung derselben wegen der häufig notwendigen Reinigung der Filter eine äusserst kostspielige. Eine

Fig. 9.



Klärung auf natürlichem Wege empfiehlt sich deshalb schon von selbst.

In den vorstehenden Abbildungen (Fig. 9) ist eine Kläranlage für Abwasser nach dem Stromteilungssystem, Patent Dervaux, dargestellt. Eine Anzahl Stromteilungselemente G G sind in zwei gemauerte Bassins D D von je 14 m Länge und 2,5 Breite eingebaut. Für jedes Bassin ist ein Kalksättiger S bestimmt, welcher die nötige Kalklösung zur Abstumpfung der Säuren und Ausfällung bzw. zum schnellen Absetzen der Stoffe liefert. Das Gefäss J dient zur Ab-

löschung des Kalkes und zur Verdünnung desselben zu Kalkmilch, die etwa alle 6 Stunden durch die Hähne K K und Rohre in die Kalksättiger S S eingelassen wird, nachdem man vorher die ausgelaugten Kalkreste mittels der Schieber L L entfernt hat. Durch den geregelten Wasserzulauf aus dem Zulaufkanal H vor dem Stauschieber R R durch die Rohre V V wird der Kalk nach und nach aufgelöst. Das gesättigte Kalkwasser fliesst dann in die Kanäle H H, woselbst es sich mit dem zu klärenden Wasser mischt. Diese Mischung strömt durch die Rohre P P . . . in die Klärbassins und verlässt diese vollständig geklärt wieder durch die Rohre T T . . . , welche in den gemeinsamen Ablaufkanal Z münden. Den durch die Schieber O O in die Schlammkanäle abgelassenen Schlamm kann man in ein besonderes Schlamm-bassin pumpen zur Ansammlung und beliebigen Verwertung.

Die Vorteile des automatischen Kalksättigers und Klärapparates mit Stromteilung, Patent D e r v a u x, gegenüber gewöhnlicher Bassinsreinigung bestehen:

1. in der vollständigen Ausnützung des Kalkes, daher grosser Ersparniss an solchem;
2. in dem weitaus geringeren Raumbedarf, da die 2 abgebildeten Bassins ebensoviel leisten als 18 von gleicher Grösse ohne die Stromteilungsbatterien. (Der Deutlichkeit halber ist bei dem kleinen Massstab der Abbildung nur die halbe Anzahl der Schirme eingezeichnet.)
3. in der 10mal kürzeren Zeit, die das Wasser zur Klärung braucht, wodurch Gärung (Fäulnis) verhindert wird;
4. in der Ersparnis an Bedienungsmannschaft.
5. in besserer Verwertung des Schlammes zu Dünger, weil kein oder nur geringer Kalküberschuss in demselben vorhanden.
6. in der besseren Klärung.

Bereits vorhandene Klärbassins können leicht verwendet werden; da bei Einbauung der D e r v a u x'schen Stromteilungsbatterien Bassins frei werden, so können dieselben zu Sammelbehältern für den Schlamm etc. Verwendung finden.

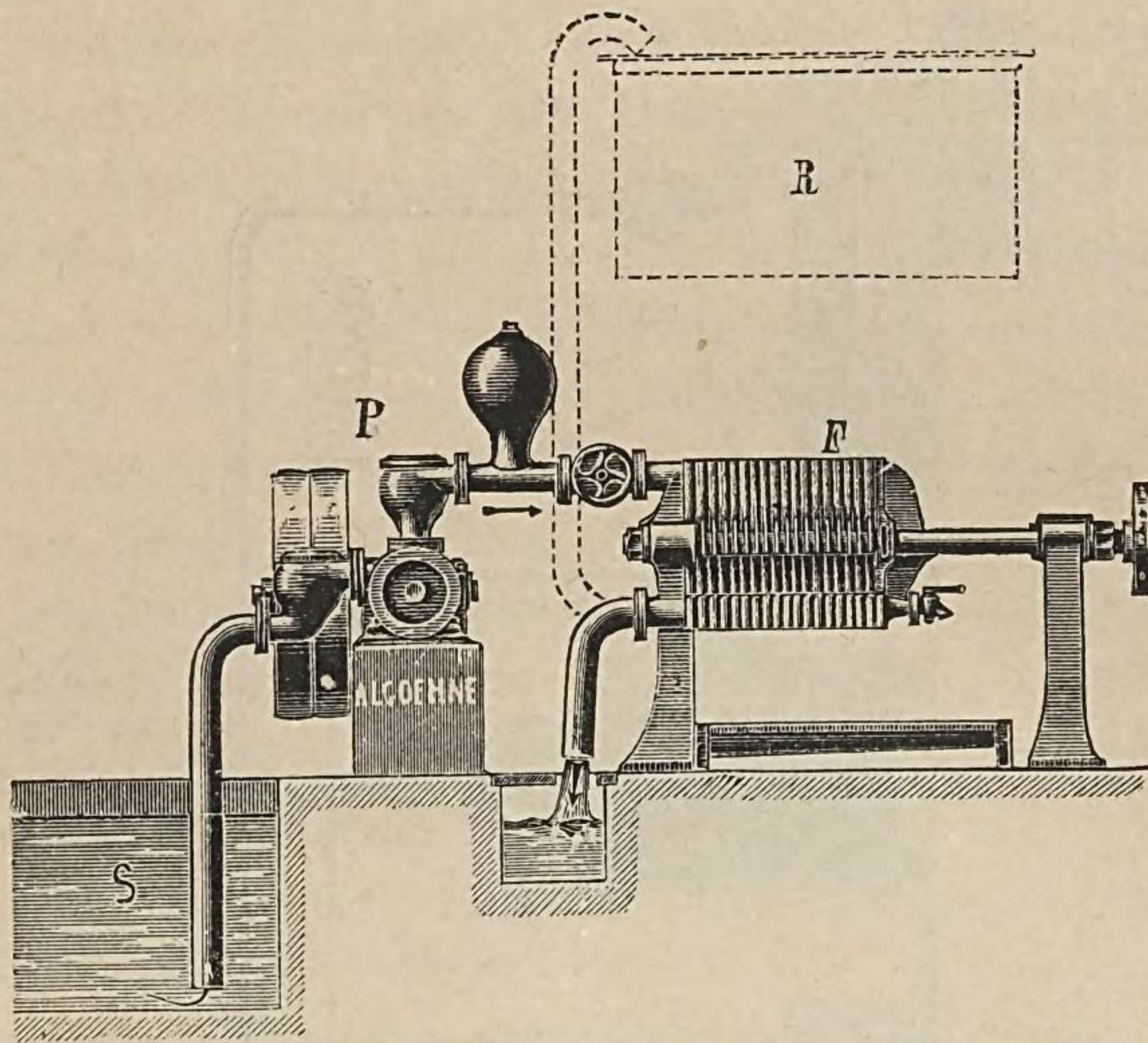
A. L. G. Dehnes Verfahren zur Reinigung von Nutz- und Abwässern.

Sind die verunreinigenden Stoffe nur suspendiert im Wasser enthalten, so genügt zur Reinigung die mechanische Klärung.

Die einfache mechanische Klärung kann mit Anwendung von Filterpressen geschehen, wenn das zu reinigende Wasser gut filtrierbar ist.

Nach dem Verfahren sind zu einer derartigen Anlage eine Pumpe P und eine oder mehrere Filterpressen F nötig (Fig. 10). Die Pumpe P saugt das Wasser aus dem Sammelbehälter S an und drückt

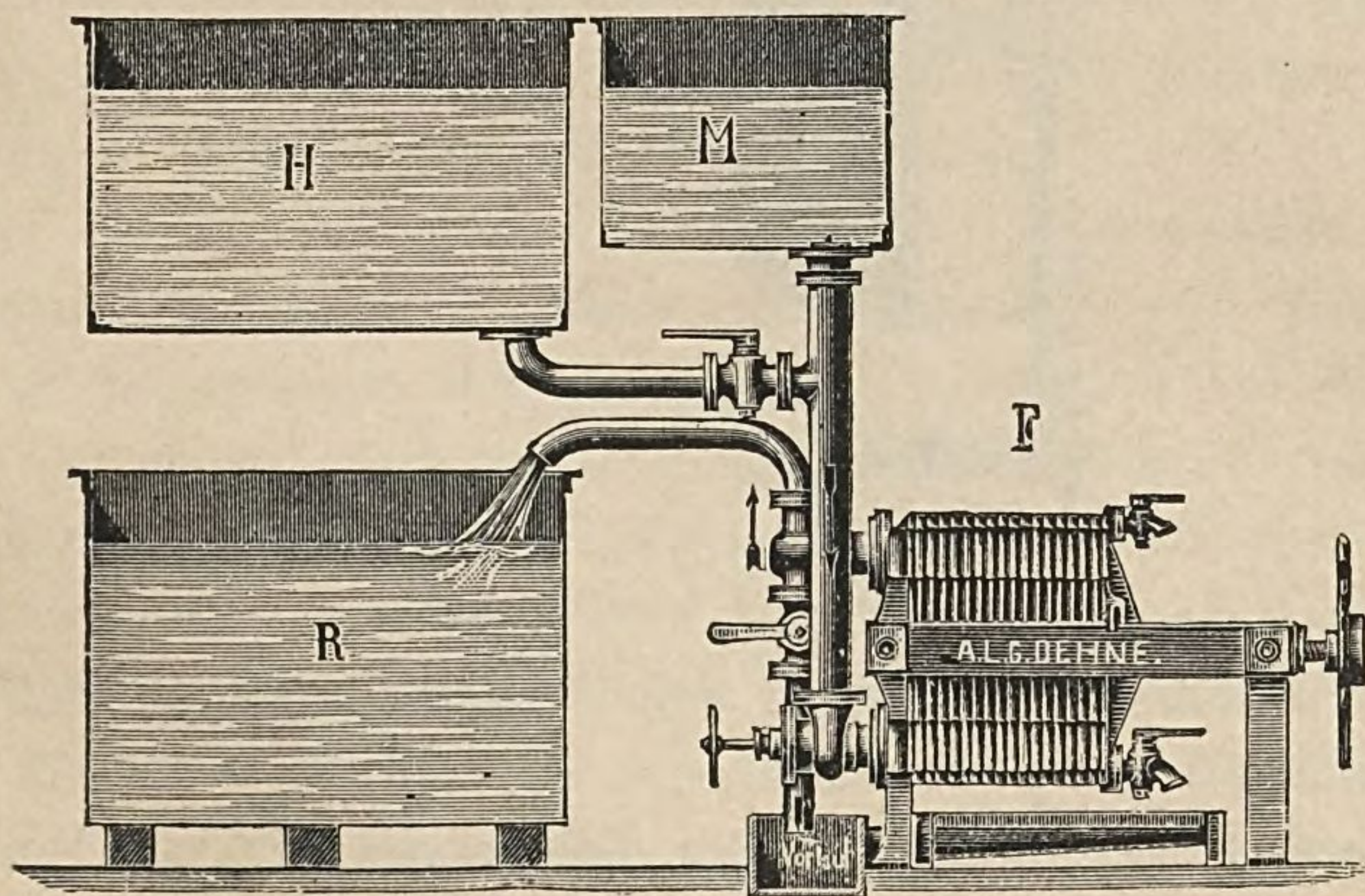
Fig. 10.



es durch die Filterpresse F, von wo es geklärt nach dem Kanal abläuft oder in geschlossener Leitung zur Verbrauchsstelle geführbar wird.

Die Schmutzteile bleiben in den Kammern der Filterpresse zu-

Fig. 11.



rück und häufen sich hier zu einem mehr oder weniger steifen Teig an, der täglich 1- oder 2mal daraus entfernt wird.

Die Entleerung der Pressen geht schnell von statten und dauert je nach Grösse 10 bis 30 Minuten.

Lässt sich das Wasser schwer filtrieren und sind nur geringe

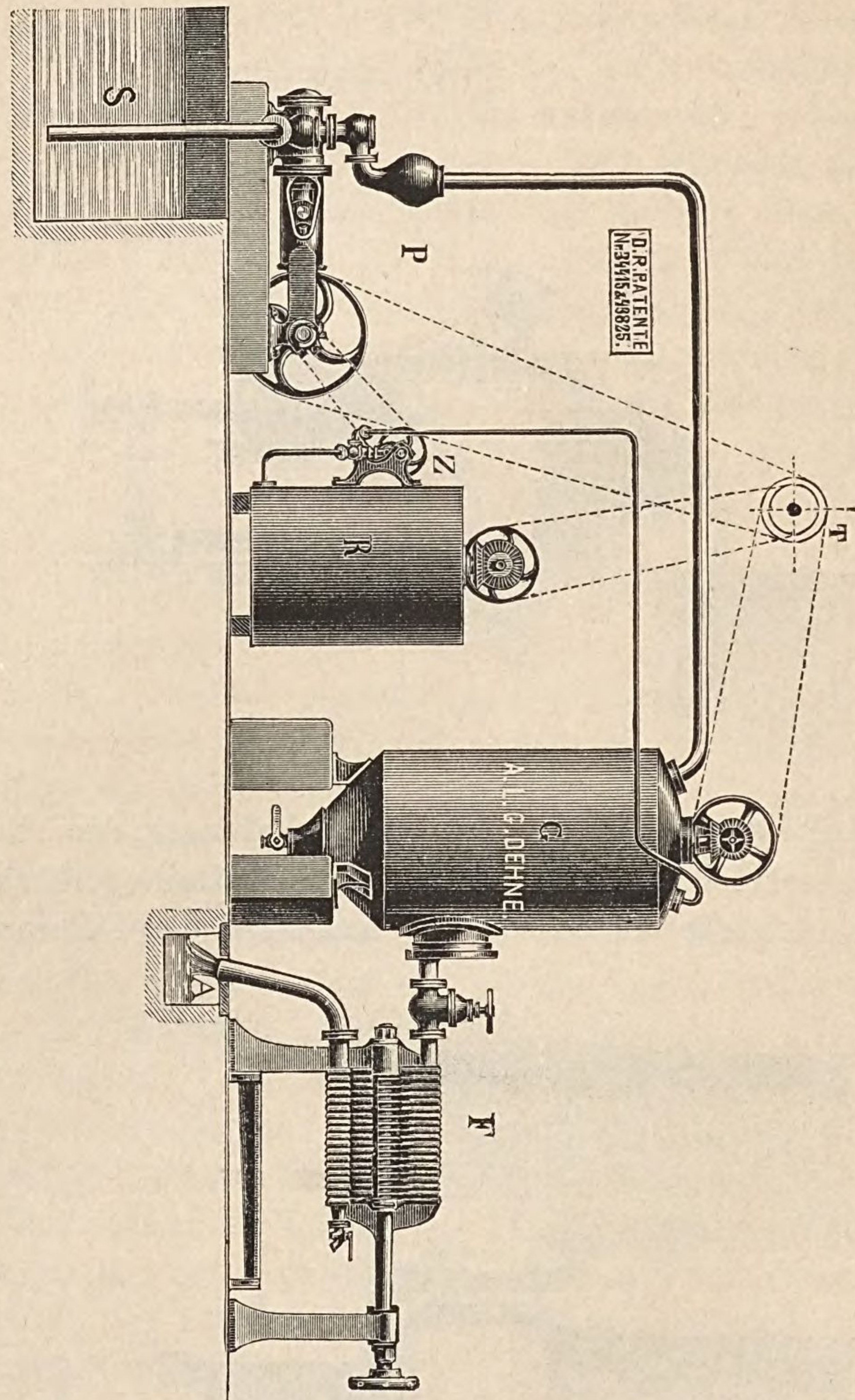


Fig. 12.

Trübungen vorhanden, so eignet sich dazu die mechanische Klärung mit Anwendung von Schwemmfiltren.

Zu dieser Filtration ist nur ein Druck von ca. 1 m Wassersäule nötig. Dicht über dem Reinwasserbehälter R (Fig. 11), liegt der Hochbehälter H, in welchen das zu reinigende, von einer Pumpe oder Druckleitung herkommende Wasser einläuft. In fast gleicher Höhe

liegt der Mischkasten M, der zum Anrühren von Cellulose- und Asbestfasern mit Wasser dient.

Das Schwemmfilter F bildet eine Reihe von Kammern, deren Wände durch gespannte Metallgewebe dargestellt werden. — Bei Beginn der Filtration lässt man das Fasergemisch aus dem Mischkasten M nach dem Schwemmfilter F laufen, hieselbst verteilt es sich in die einzelnen Kammern und lässt das Wasser ins Freie treten, wobei der Faserstoff in gleichmässig starker Schicht an die Metallgewebewände angeschwemmt wird. Durch diese Schicht dringt dann das vom Hochreservoir H nachfolgende Wasser und lässt hiebei seine Unreinigkeiten auf der Faserschicht zurück.

Das Filtrat ist krystallklar und läuft vom Schwemmfilter in geschlossener Leitung nach dem Reinwasserbehälter ab.

Die Leistungsfähigkeit dieser Filter ist weitaus bedeutender als die der Filterpressen.

Die Entleerung der Filter von der verunreinigten Filtermasse wird mittels Spritzschlauch in kurzer Zeit bewirkt.

Die Filtermasse lässt sich mit wenig Prozent Verlust auswaschen und immer wieder verwenden.

Enthält das Abwasser verunreinigende Stoffe gelöst oder feine Trübungen, hauptsächlich organische Substanzen, die sich ohne weiteres durch einfache Filtration nicht zurückhalten lassen, so muss der mechanischen Klärung eine chemische Ausfällung vorausgehen.

Handelt es sich um die Reinigung kleiner Quantitäten, also höchstens 1000 l pro Minute, so ist das Verfahren ähnlich dem der Kesselspeisewasserreinigung und besteht in chemischer Ausfällung und nachfolgender Filtration sämtlichen Wassers, wobei der ganze Vorgang sich in geschlossener Leitung vollzieht.

Bei der Anlage (Fig. 12) wird das zu reinigende Wasser aus einem Sammelbehälter S mittels der Pumpe P, die von der Transmission T angetrieben wird, ausgesaugt und in das Fällgefäss G gedrückt. In dieses drückt gleichzeitig die von der Transmission mit angetriebene Zusatzpumpe Z die zur Ausfällung nötigen Chemikalien, welche aus dem nebenstehenden Rührbottich R entnommen werden. Im Fällgefässe G wird das Wasser mit den Chemikalien durch Rühren kräftig gemischt, so dass die sich bildenden Schmutzflocken sämtliche Unreinigkeiten aus dem Wasser vollständig aufnehmen. Dieses so mit Flocken versetzte Wasser gelangt vom Fällgefäss G in geschlossener Rohrleitung weiter nach der Filterpresse F, wo sich das Wasser in die mit Filtertuch ausgekleideten Kammern verteilt und die Tücher durch-

dringt, während die Schmutzflocken in den Kammern zurückbleiben, wo sie sich nach und nach zu knetbar festen, fast trockenen Kuchen

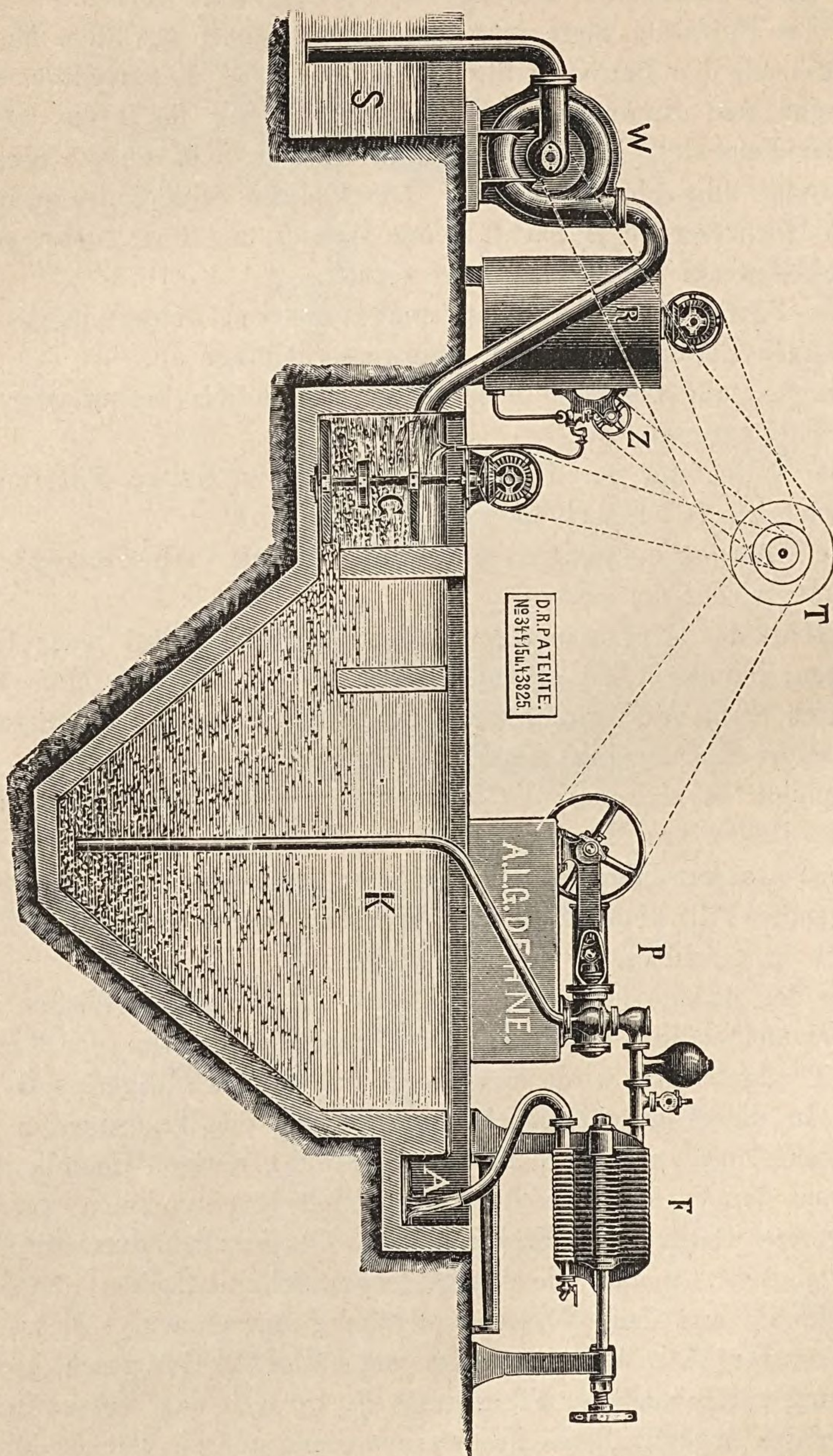


Fig. 13.

verdichten. Das Filtrat läuft vollständig klar und farblos von der Filterpresse ab und kann so ohne weiteres dem Flusse oder der Verbrauchsstelle zugeführt werden.

Die Pumpe P wird mit Plungerkolben und Kugelventilen versehen. Der zum Durchdrücken durch Fällgefäss und Filterpresse nötige Druck entspricht ca. 1 bis 2 Atm. Ist Transmission vorhanden, so können Pumpe und Apparate durch dieselbe angetrieben werden, anderenfalls wird die Pumpe für Dampfbetrieb eingerichtet, und treibt dieselbe dann die Rührwerke und die Zusatzpumpe mit an.

Das Fällgefäss G ist geschlossen, sein Inhalt entspricht der gesamten Wassermenge, die innerhalb der nötigen Ausfällungszeit zu reinigen ist. Auf dem oberen Boden des Fällgefässes sind die Stutzen für Wasser- und Chemikalieneintritt angebracht. Der Austritt des Wassers nach der Filterpresse hin erfolgt am unteren Teile des Fällgefässes. Das im Innern befindliche Rührwerk lässt seine Welle durch eine Stopfbüchse nach aussen gelangen, wo dieselbe mit Zahnradvorlege und Riemen angetrieben wird.

Die Zusatzpumpe Z hängt in ihrem Gange von der Geschwindigkeit der Wasserpumpe ab, liefert demnach auf je 1000 l Wasser immer dieselbe Chemikalienmenge. Ändert sich das Wasser in seiner Zusammensetzung, so dass zur Reinigung mehr oder weniger Chemikalien nötig werden, so lässt sich durch die an der Zusatzpumpe angebrachte Reguliervorrichtung die nötige Zusatzmenge verändern resp. einstellen.

Die Filterpresse F ist der einfachste Filtrierapparat, durch den das Wasser mittels des vom Fällgefäss kommenden Pumpendruckes gesperret wird. Der Apparat besteht im wesentlichen aus einer Anzahl gerippter Eisenplatten, die, mit Drelltuch behängt, durch eine Schraube fest zusammengepresst werden und so eine Reihe flacher Filterkammern bilden, in welche sich das Wasser verteilt, die Tücher durchdringt und dann krystallklar aus den Kammern abfließt. Durch einfaches Lösen der Verschlusschraube und Auseinanderschieben der Platten wird das Entleeren des einen steifen, knetbar festen Teig bildenden Schlammes bewirkt, welcher in einem untergeschobenen Troge aufgefangen wird. Das Entleeren einer Filterpresse erfordert ca. 10 bis 30 Minuten Zeit.

Uebersteigt das minutlich zu reinigende Wasserquantum 1000 l, so würde man eine sehr grosse Filterfläche anlegen müssen, um sämtliches Wasser zu filtrieren. In diesem Falle empfiehlt sich die Nutz- und Abwasserreinigungsanlage in Verbindung mit Klärbecken.

Hiebei wird nur der Schlamm filtriert, um ihn leichter trans-

portabel zu machen. Eine Pumpe oder ein Schöpfwerk W (s. Fig. 13) saugt das Wasser aus dem Sammelbehälter S an und drückt es in das offene Fällgefäß G. Hier wird das Wasser mittels Rührwerkes mit den Chemikalien, welche die Zusatzpumpe Z zuführt, vermischt, und werden somit die Schmutzflocken gebildet. Aus dem Fällgefäß läuft das Wasser mit eigenem Gefälle nach dem Klärbecken K, wo die Schmutzflocken zu Boden sinken, während das geklärte Wasser nach dem Abflusskanale überfließt. Die Schlammpumpe P saugt den zu Boden sinkenden Schlamm aus dem Klärbecken und drückt ihn in die Filterpresse F, wo sich der Schlamm zu trockenen Kuchen verdichtet, während das klare Filtrat nach dem Abflusskanal geleitet wird oder zum Ansetzen der Chemikalien im Rührbottich R Verwendung findet.

Die Chemikalien werden dem Fällgefäße G durch die Zusatzpumpe Z zugeführt, von dem Gange des Schöpfwerkes W abhängig. Steht für das Wasser, welches dem Flusse zugeführt werden soll, ca. 1 m Gefälle zur Verfügung, so fällt das Schöpfwerk W fort, und es kommt an seine Stelle eine Wassermessvorrichtung, welche die Chemikalienzuführung selbstthätig regelt.

Wie die mechanische Klärung des Wassers vor sich geht, ist aus den Beschreibungen der einzelnen Anlagen wohl genügend ersichtlich.

Die chemische Reinigung richtet sich nach der Zusammensetzung des Schmutzwassers; es sind also die zur Anwendung kommenden Chemikalien von den im Wasser gelösten Substanzen abhängig.

In der Regel wird als Hauptfällmittel Aetzkalk zur Verwendung gelangen können, wodurch Fette, Seifen, Säuren und organische Substanzen niedergeschlagen werden. Wenn Farbstoffe und fein verteilte Trübungen abgeschieden werden sollen, ist ausser dem Zusatze von Kalk ein solcher von Kieserit zu machen. Kieserit ist ein Abraum-salz, welches im wesentlichen aus schwefelsaurer Magnesia besteht, und mit Aetzkalk grosse Flocken Magnesiumhydrats gibt, die, im Wasser schwebend, begierig die Farbstoffe und alle fein verteilten Substanzen ansaugen und einhüllen. Die Magnesiaflocken haben demnach eine physikalische Wirkung, die aber von ganz bedeutendem Einflusse für die Reinigung der Wässer ist.

Elektrochemische Reinigung.

Während man bisher die Reinigung von Abwässern teils auf mechanischem, teils auf chemischem Wege zu bewerkstelligen suchte,

begegnen wir in den letzten Jahren mehreren Vorschlägen, nach welchen zum besagten Zwecke elektrische Kräfte dienen. Unter diesen Vorschlägen erschienen namentlich die Methoden von W. Webster und E. Hermite beachtenswert, da sie bereits das Stadium von Laboratoriumsversuchen glücklich überschritten hatten und einer praktischen Verwertung in England und auf dem Kontinente entgegensahen. Es sei zunächst bemerkt, dass diese Methoden in erster Linie für die Reinigung von städtischen Abwässern berechnet sind; Abwässer von chemischen Fabriken und sonstigen industriellen Anlagen bedürfen in jedem einzelnen Falle einer besonderen Behandlung.

Von den mannigfaltigen Bestandteilen der Abwässer sind es die Metallsalze, namentlich die Chloride der Alkalimetalle, des Calciums und des Magnesiums, welche bei der elektrochemischen Reinigung eine wichtige Rolle spielen. Gewöhnlich finden sich diese Substanzen in den städtischen Abwässern in einer für besagten Zweck hinreichenden Menge vor; sollte dies jedoch nicht der Fall sein, so kann das Fehlende durch Zusatz billiger Chemikalien, wie z. B. Seesalz, Kochsalz, Chlorcalcium etc., ergänzt werden.

Das Wesen der elektrochemischen Reinigung besteht nun darin, dass man die Abwässer in geeigneten einfachen Apparaten der Wirkung gleichgerichteter galvanischer Ströme von mässiger Stärke unterwirft. Die dabei entstehenden Produkte der elektrolytischen Zersetzung der im Wasser enthaltenen Salze wirken teils chemisch, teils mechanisch auf die Verunreinigungen ein, einige von ihnen zerstörend, andere in Form eines Niederschlages fällend.

Von besonderer Wirksamkeit sind die an der positiven Elektrode entstehenden elektrolytischen Zersetzungsprodukte, wie Sauerstoff, Chlor, unterchlorige Säure, unbeständige Chlorsauerstoffverbindungen etc., durch deren energische Oxydationswirkungen die im Wasser gelösten oder fein zerteilten organischen Substanzen zerstört werden.

Von den an der negativen Elektrode entstehenden Zersetzungsprodukten wirkt der Wasserstoff teilweise reduzierend auf die organischen Stoffe, wobei flüchtige Kohlenwasserstoffverbindungen, Ammoniak etc. entwickelt werden, während die daselbst entstehenden Alkalien, Calcium- und Magnesiumhydroxyd, einerseits die Neutralisation von Säuren besorgen, andererseits aber die besagten Niederschläge zu stande kommen lassen. Es ist endlich noch zu beachten, dass auch den an den Elektroden frei entweichenden Gasen günstige Wirkungen zukommen, indem durch ihre Vermittelung ein Zusammen-

ballen der Schlammteilchen hervorgebracht und somit deren Absonderung wesentlich befördert wird.

Nach erfolgter elektrochemischer Reinigung wird das Abwasser entweder durch Absetzenlassen oder durch Filtration geklärt und kann dann den Flussläufen, Wiesen u. dgl. ohne Schaden zugeführt werden.

Die ersten Versuche der elektrochemischen Abwasserreinigung im grösseren Massstabe verdanken wir Webster, welcher Anfang 1888 auf eigene Kosten eine Versuchsanstalt zur Reinigung der Londoner Abwässer zu Crossness errichtete, in welcher pro Tag (24 Stunden) bis 200 cbm Abwässer gereinigt werden konnten ¹⁾.

Gegen Mitte 1889 wurden auch in La Villette Versuche über die Reinigung der Pariser Abwässer nach dem Websterschen Verfahren angestellt. Die Ausführung ist nunmehr folgende. Die Abwässer fliessen, so wie sie die städtischen Rohrleitungen bringen, zunächst in einen grösseren Sammelbehälter und aus diesem durch eine Reihe von gemauerten Kanälen, in welchen Gruppen von Elektroden in abwechselnder Reihenfolge angebracht sind, zu den Absetzbehältern bzw. Filtern.

Die negativen Elektrodenplatten bestehen aus Gusseisen (oder auch Kohle), während die positiven Elektroden aus nebeneinander angebrachten Kohlen- und Eisenplatten gebildet werden; letztere Anordnung ist für das Webstersche Verfahren charakteristisch und soll besondere Vorteile gewähren. Während nämlich die Kohlenelektroden durch die an ihnen entstehenden elektrolytischen Zersetzungsprodukte nicht angegriffen werden, lösen sich die Eisenelektroden auf und zwar unter Bildung leicht zersetzlicher Eisenchlorsauerstoffverbindungen; diese letzteren zerfallen nun leicht, besonders in Berührung mit organischen Substanzen, Chlor und Sauerstoff abgebend, unter Abscheidung von voluminösem Eisenoxydhydrat, welches beim Niederfallen eine rasche Klärung des gereinigten Wassers hervorbringt.

Webster berechnet, dass zum Betrieb der Dynamomaschinen in einer Anlage, welche pro 24 Stunden 5000 cbm Abwasser zu reinigen im stande ist, die Aufstellung einer Kraftmaschine von nur 24 Pferdekraften erforderlich ist.

Als laufende Betriebsausgabe kommt bei diesem Verfahren ausser der Stromerzeugung noch die Erneuerung der allmählich sich

¹⁾ In Crossness wird etwa die Hälfte der stark verunreinigten Londoner Abwässer einem chemischen Reinigungsverfahren unterworfen.

auflösenden positiven Eisenelektroden in Betracht, und ist diese letztere Ausgabe keinesfalls so gering, wie man das den ersten Blick anzunehmen geneigt wäre.

Auch mag erwähnt sein, dass Webster kleine Apparate zur elektrochemischen Reinigung von Brunnen- und Leitungswasser in Vorschlag bringt, in welchen das geschilderte Prinzip zur Anwendung kommt.

Das Verfahren von Hermite, welches seit Ende 1888 in Rouen (kleinere Versuche sollen auch in Paris angestellt worden sein) im grösseren Massstabe und mit günstigem Erfolge mit Unterstützung der Behörden durchgeführt wurde, unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Websterschen. — Bei dem Hermiteschen Verfahren fällt die Anwendung von löslichen positiven Elektroden aus Eisen weg und werden als positive Elektroden solche aus Platin (in Form eines Platindrahtgeflechtes) angewendet, während die negativen Elektroden aus Zinkplatten bestehen. Die Ausführung geschieht hier in kleineren, nach Art der Accumulatoren (Sekundärelemente) konstruierten Apparaten, an welchen noch besondere Vorrichtungen zur Bewegung der Flüssigkeit sowie zur Reinigung der negativen Elektroden angebracht sind.

Auch nach dieser Methode kann die ganze Menge des zu reinigenden Abwassers einer direkten elektrochemischen Reinigung unterworfen werden; doch empfiehlt sie Hermite in erster Linie zu einer indirekten, welche darin besteht, dass man nur eine bestimmte Portion des zu reinigenden Abwassers, nach Zusatz von Chloriden (Kochsalz oder Chlorcalcium) in grösseren Mengen, in den erwähnten Apparaten der Elektrolyse unterwirft und die so gewonnene, an elektrolytischen Zersetzungsprodukten reiche Flüssigkeit, kurzweg „Reinigungsflüssigkeit“ genannt, einer grösseren Portion des Abwassers zugeibt. In Erweiterung dieser Methode begegnen wir auch dem Vorschlag, die „Reinigungsflüssigkeit“ von einem Punkt aus den städtischen Abwasserleitungen, Gruben etc. zuzuführen, um daselbst das Abwasser, sozusagen im Entstehungsmoment, zu reinigen. Dass eine nachträgliche Klärung bezw. Filtration der so behandelten Abwässer erforderlich ist, erscheint als selbstverständlich¹⁾.

Im Laufe der letzten Jahre hat die elektrolytische Reinigung von Abwässern mehr und mehr Aufsehen erregt, besonders in Frankreich und England, da ja durch dieselbe der Elektrotechnik ein ganz

¹⁾ Prometheus I. p. 267.

neues Arbeitsfeld eröffnet wird. Nach dem Urteile des Conseil Centrale d'Hygiène, welcher 1894 durch eine Kommission das Verfahren Hermites an Ort und Stelle, in Havre, prüfen liess, wird nicht der gewünschte Erfolg: rasche Sterilisation, erreicht. Diesem Urteile schliesst sich E. Klein in London an, welcher ausgedehnte Versuche mit diesem Verfahren angestellt hat. Das elektrolytische Meerwasser soll allerdings bakterienfrei werden, nicht aber damit vermischtes Fäkalwasser, in welchem sich im Gegenteil die Bakterien vermehren. In Bouillon befindliche Cholera- und Typhusbazillen liessen sich mittels der Hermiteflüssigkeit nicht vernichten.

Nach Hermite soll eine Lösung von MgCl_2 und NaCl , also auch Meerwasser, nach der elektrolytischen Behandlung $\text{Mg}(\text{OCl})_2$ enthalten und dieses stärkere desinfizierende Eigenschaften besitzen als andere Hypochlorite. Die Prüfung dieser Behauptung durch A. Lambert ergab, dass die Wirkung nur dem Chlor proportional ist. Derselbe ist der Ansicht, es wäre billiger, statt der Hermiteschen Flüssigkeit Eau de Javelle anzuwenden¹⁾.

Inzwischen hat Hermite weitere Versuche angestellt, die aber noch kein abschliessendes Urteil zulassen²⁾.

Als Elektrodenmaterial benutzt er jetzt Zinkscheiben und Glasstäbe von 12 mm Dicke, um welche Platinblech oder -gaze gewunden ist. Vier derartige positive Platten kommen auf eine negative. In einem neueren Apparate, welcher an Lichtleitungen angeschlossen werden soll, verwendet Hermite negative Platten aus galvanisierten Eisenröhren. Eingehende Versuche über die technische Verwendbarkeit und Rentabilität dieser wichtigen Frage sind von Claudio Fermi angestellt³⁾. Derselbe stellte zunächst, im Einklang mit Webster, fest, dass Elektroden aus Eisen im allgemeinen günstiger wirken, als solche aus Kohle, Kupfer oder Platin, und dass bei gleichbleibender Stromstärke solche von grösserer Oberfläche (80 qcm) besser sind als kleinere (40—20 qcm); es ist also, unter sonst gleichen Umständen, die Anwendung geringerer Stromdichten vorzuziehen.

Bezüglich der Stärke des Stromes und der Dauer der Einwirkung desselben fand man, wie auch nicht anders zu erwarten war, dass die erzielte Wirkung mit Vergrösserung dieser beiden Faktoren zunimmt. Bei Anwendung eines Stromes von 0,5 bis 1,0 Am-

¹⁾ Hyg. Rundschau 4, p. 337; Bull. Soc. Chem., Paris (3) 11, p. 650.

²⁾ Electr. Rev. 34, p. 263, 35, p. 505.

³⁾ Arch. f. Hyg. 13, p. 207.

père, eiserner Elektroden von 80 qcm Oberfläche und 5 cm Abstand, wurden etwa zwei Drittel der in einem Liter Abwasser enthaltenen organischen Stoffe vernichtet, wobei die Zahl der Keime sich um das 50- bis 100fache verringerte. Immerhin war die reinigende bzw. keimtötende Wirkung eines Stromes von 0,42 Ampère nach einer Stunde geringer als die, welche durch Zusatz von 1 % Kalk hervorgebracht werden konnte. Durch einen derartigen Zusatz wurde nämlich das Wasser vollkommen keimfrei und blieb es auch nach 48 Stunden, während in dem elektrisch behandelten Abwasser nach dieser Zeit die Anzahl der Keime wieder um das 5fache zugenommen hatte.

Die stärkere Wirkung des elektrischen Stromes bei Anwendung eiserner Elektroden mit grösserer Oberfläche kommt nicht durch eine grössere Ausscheidung von Eisenoxydhydrat allein zu stande; es wird im Gegenteil unter solchen Verhältnissen weniger Eisen ausgeschieden als bei Anwendung von grösseren Stromdichten. Bei kleiner Stromdichte verläuft die Elektrolyse regelmässiger, und es wird an der Kathode nahezu ebensoviel Eisen abgeschieden, als an der Anode in Lösung geht. Bei grossen Stromdichten dagegen entsteht an der Kathode kein festhaftender Eisenniederschlag mehr, und es verbleibt die an der Anode in Lösung gehende Menge von Eisen grösstenteils in der Flüssigkeit des Elektrolyten. Ganz schwache Ströme, wie z. B. solche von 0,063 Ampère auf die erwähnte Elektrodenfläche, üben auch bei längerer Einwirkung auf die Flüssigkeit keinen nennenswerten Einfluss aus. Hervorzuheben ist der Umstand, dass bei der elektrochemischen Reinigung, im Gegensatz zu den meisten bekannten chemischen Reinigungsverfahren, auch thatsächlich eine Reduktion von gewissen organischen Stoffen zu beobachten ist. Die gelösten organischen Stoffe des untersuchten Kanalwassers wurden z. B. bis zur Hälfte reduziert gefunden.

Einzelversuche mit der Reduktion von verschiedenen organischen Substanzen führten zu folgenden Ergebnissen: Oxalsäure in der Konzentration von 0,2 % wurde nach einstündiger Wirkung eines Stromes von 0,55 Ampère zu zwei Dritteln reduziert. Weinsäure in gleicher Konzentration und bei Abwesenheit von Chloriden wurde nach einstündiger Wirkung eines Stromes von 0,60 Ampère auf ein Dreissigstel reduziert. Dieselbe Säure in der Konzentration von 1,0 % konnte selbst bei Anwesenheit von Chloriden und bei Anwendung stärkerer Ströme nicht reduziert werden. Rohr- und Traubenzuckerlösungen in schwächeren und stärkeren Konzentrationen, mit oder ohne Zusatz von Chloriden, konnten auch bei Anwendung von sehr starken Strö-

men (2,0) Ampère nicht reduziert werden. Der Zusatz von Chlornatrium begünstigte, durch Vermittelung des elektrolytisch abgeschiedenen Chlors, sehr wesentlich die Oxydation organischer Substanzen im Kanalwasser. Auf eine Lösung von Ammoniumchlorid von der Konzentration 0,0786 ‰, ebenso auf eine Harnstofflösung von 2,0 ‰ war keine nennenswerte Wirkung des Stromes nachweisbar. Salpetrige Säure wurde zum grossen Teil zu Ammoniak reduziert. Nach einstündiger Einwirkung eines Stromes von 1,2 Ampère auf eine Lösung von salpetrigsaurem Kalium von der Konzentration 0,04 ‰ konnte in der Lösung nur Ammoniak und keine salpetrige Säure bzw. Salpetersäure mehr nachgewiesen werden. Eine besondere Wirkung des Stromes auf konzentrierten Harn, Fettemulsionen und auf unverdünnte Milch wurde nicht bemerkt; nur wurde der Harn alkalisch und gab zum Teil einen voluminösen Niederschlag etc.

Auf Grund seiner Versuche kommt Fermi zu dem Schlusse, dass das Wesen der Wirkung des Stromes bei dem in Rede stehenden Prozesse sowohl von chemischen als auch von physikalischen Momenten abhängt, was mit den früheren Angaben durchaus im Einklang steht. Während durch die Fällung von Eisenoxydhydrat einerseits und die Gasentwicklung an den Elektroden andererseits die im Abwasser suspendierten Stoffe teils niedergeschlagen, teils an der Oberfläche der Flüssigkeit angesammelt werden, entstehen durch die chemische Wirkung der an den Elektroden sich abscheidenden Zersetzungsprodukte mannigfache Zersetzungen, Reduktionen, Oxydationen, Chlorierungen u. dergl. Die Keime organischer Stoffe werden dabei, wie alle anderen suspendierten Stoffe, im allgemeinen bloss niedergeschlagen; eine Vernichtung derselben findet nur in untergeordnetem Maasse statt, namentlich in unmittelbarer Nähe der positiven Elektrode und in dem Falle, dass sich an dieser letzteren Chlor oder ein anderes kräftig oxydierendes Agens bildet. Im Lichte dieser Betrachtungen scheint die Frage der elektrochemischen Reinigung von Abwässern wenig Aussicht auf praktischen Erfolg zu haben, zumal in Anbetracht des Umstandes, dass die Kosten des Betriebes sich bei weitem nicht so günstig berechnen, wie man das früher anzunehmen geneigt war.

Ebenfalls mit Hilfe der Elektrizität, wenn auch von anderen Gesichtspunkten aus, versuchten Siemens und Halske ein Verfahren zur Reinigung von Schmutzwässern zu konstruieren, bei welchem das Ozon die wirksame Substanz sein sollte. Dadurch, dass genannte Firma den Gegenstand seit einigen Jahren hat fallen lassen, vermutlich wegen der Aussichtslosigkeit desselben bezüglich des Kosten-

punktes, verliert er nicht an Interesse; auch ist eine Ermöglichung desselben in der Zukunft nicht ausgeschlossen. Die Eigenschaft des Ozons, sich als hervorragendes Oxydationsmittel energisch mit organischen Stoffen zu verbinden, hat schon bald nach seiner Entdeckung durch Schönbein zu der jetzt allgemein anerkannten Ansicht geführt, dass in demselben ein wirksames Reinigungsmittel der atmosphärischen Luft zu erblicken sei. Diese Annahme hat namentlich durch die Untersuchungen von Wolffhügel eine Stütze erhalten¹⁾. Dieser vermochte unter gewissen Bedingungen in bewohnten Räumen Ozon nachzuweisen und schloss daraus, dass die Menge desselben, die sich in der Aussenluft befindet, auf vielverzweigten Wegen zu den Wohnhäusern gelangt und darin zunächst eine hinreichende Masse organischer Substanzen vorfindet, die es sofort oxydiert. Es lag der Gedanke nahe, dass das Ozon auch auf organische Stoffe einwirke, welche als Entstehungsursache ansteckender Krankheiten gelten und früher als Miasmen bezeichnet wurden. Versuche, die Luft in Krankenzimmern etc. durch Ozon zu verbessern, sind freilich fehlgeschlagen, jedenfalls weil die auf irgend eine Art dargestellte Menge Ozon nicht im entsprechenden Verhältnisse zu den vorhandenen oxydierbaren Substanzen stand. In der That konnte Wolffhügel beweisen, dass die Grösse des Luftwechsels für das Eintreten der Ozonreaktion in geschlossenen Räumen von Belang ist (l. c.). Die Thatsache, dass Ozon organische Stoffe vollständig zu vernichten im stande ist, wenn es nur in genügender Menge angewendet wird, musste den Schluss rechtfertigen, dass seine Verwendung in mancher Hinsicht nutzbringend werden könne; um so mehr, nachdem Fox²⁾ nachgewiesen hatte, dass Schimmelsporen, Bakterien, Vibrionen und kleine Monaden durch dasselbe getötet werden können³⁾.

Die Herstellung des Ozons in grösseren Mengen zu technischer Verwertung wurde von O. Fröhlich im Laboratorium der Firma Siemens und Halske versuchsweise unternommen. Sämtliche zu diesem Zwecke konstruierten Apparate beruhen im Prinzip auf der von W. v. Siemens angegebenen Ozonröhre⁴⁾, wobei die Glimmentladung die Umwandlung des Sauerstoffs in Ozon bewirkt. Das Verdienst Fröhlichs und seiner Mitarbeiter ist es, der Siemensschen Röhre eine Form gegeben zu haben, welche ihre technische Verwendung

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie, XI.

²⁾ l. c. p. 152.

³⁾ Näheres siehe bei Ohlmüller, Ueber die Einwirkung des Ozons, Arb. a. d. K. Ges.-Amt, 1894.

⁴⁾ Pogg. A. 102, p. 120.

ermöglicht. Durch die Benutzung von Glimmer, Celluloid, Hartgummi, Email, Porzellan etc. zur Herstellung der dielektrischen Schicht sowie insbesondere durch zweckmässige Anordnung dieser Materiale wurde in erster Linie eine grössere Festigkeit des Apparates erzielt und dann weiterhin die Möglichkeit gegeben, ihn in beliebiger Grösse herzustellen ¹⁾).

Mittels ihres äusserst vervollkommeneten Apparates waren Siemens und Halske im stande, bei Verwendung der gewöhnlichen Wechselstrommaschinen und Induktoren mit einer Pferdekraft in einer Sekunde 3 mg Ozon aus Luft darzustellen und es wurde erwartet, diese Mengen durch eigens konstruierte Maschinen auf 9 mg steigern zu können.

Die Versuche Ohlmüllers bezüglich der Wirksamkeit des Ozons erstreckten sich auf Bakterien unter verschiedenen Umständen teils in Luft, teils in Flüssigkeiten. Das Ergebnis war, dass in einer Flüssigkeit, welche neben Bakterien auch andere oxydierbare Stoffe enthielt, zuerst letztere oxydiert, dann erst die Organismen in wenigen Augenblicken getötet wurden, und zwar alle Arten: Cholera-, Typhus-, Milzbrand- u. s. w. Bazillen. Ozon wird sich also mit Vorteil verwenden lassen, wenn das Wasser nicht zu stark mit lebloser organischer Substanz verunreinigt ist. Der Erfolg ist der gleiche, wenn die Menge der leblosen organischen Masse bis zu einem gewissen Grade durch das Ozon oxydiert ist.

Die von Fröhlich und seinen Mitarbeitern konstruierten Apparate ermöglichen die Herstellung grösserer Mengen von Ozon in einfacher und billiger Weise. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, dass es mit Hilfe derselben zur Reinigung und Sterilisierung von Trink- und Flusswässern nutzbar gemacht werden kann. Inwieweit mittels des Ozons in Abwässern solche gelöste organische Stoffe unschädlich gemacht werden können, deren Entfernung bei den bisher bekannten mechanischen und chemischen Klärverfahren nur unvollständig gelang, ist nicht abzusehen. In jedem Falle würde eine möglichst vollkommene Ausnützung des Ozons zu erstreben sein ²⁾).

Ein Patent darauf, überflüssiges Ozon aus dem damit sterilisierten Wasser zu entfernen, hat G. Oppermann genommen ³⁾). Danach soll diese Entfernung sich als notwendig herausgestellt haben,

¹⁾ Wegen Einzelheiten siehe Elektrot. Zeitschr. 1891, Nr. 26, p. 7.

²⁾ Nach Ohlmüller, Einwirkung des Ozons auf Bakterien, Arb. a. d. K. Ges.-Amt, 1894.

³⁾ D.R.P. Nr. 76858, 1894.

und wird durch (nochmalige) Elektrolyse mittels Aluminiumelektroden erreicht, wobei Thonerdehydrat entsteht.

Abwasserverhältnisse in verschiedenen Betrieben.

Zuckerfabriken.

Zur Fabrikation des Rübenzuckers sind bedeutende Wassermengen erforderlich, welche nach dem Durchgang durch den Betrieb wieder abfliessen und in manchen Gegenden, in denen zahlreiche Zuckerfabriken bestehen, zu einer grossen Plage geworden sind. Eine Fabrik, welche täglich 3000 Zentner Rüben verarbeitet, liefert eine solche Menge von Abwasser, wie eine Stadt von 25 000 Einwohnern, aber diese Menge enthält soviel organische Stoffe, wie das Abwasser einer Stadt von 50 000 Einwohnern¹⁾. Die Abwässer dieser Zuckerfabriken führten einem Stadtgraben innerhalb 24 Stunden ca. 1600 kg organische, 360 kg anorganische Stoffe und 180 kg Knochenkohle zu²⁾. Die Abwässer bestehen aus den Abgängen der Rübenschwemme und -wäsche, der Schnitzelpressung, der Diffusion, der Osmose und der Knochenkohlereinigung; sie enthalten ausser den in Lösung gegangenen Substanzen noch erhebliche Mengen suspendierte Teilchen, von denen sie in sog. Sedimentiergruben befreit werden. Das aus letzteren abfliessende Wasser ist immer noch milchig-trübe, reagiert sauer und enthält Schwefelwasserstoff. In einem Liter davon wurden bestimmt (Milligramme)³⁾:

Organ., darin N	S	SO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	R ₂ O ₃	Cl	SiO ₂
531,8 101,5	74,5	19,2	8,0	53,5	55,9	269,9	43,0	136,8	112,9	27,2

Die Absätze der Sedimentiergruben enthielten:

Wasser	Organische Substanz	Darin Stickstoff	Schwefelsäure	Phosphorsäure	Kali	Natron	Kalk	Magnesia	Eisenoxyd + Thonerde	Chlor	Kieselsäure	Kohlensäure
%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Trocken	0,35	0,373	0,33	0,34	0,79	0,14	7,30	1,28	9,73	—	1,04	3,65
2,767	7,959	0,311	0,044	0,429	0,091	0,061	1,049	0,300	2,590	0,007	0,010	0,546
3,540	9,384	0,379	0,213	0,683	0,058	0,089	1,399	0,156	2,333	0,023	0,007	0,166
4,05	6,60	0,44	1,32	3,09	1,001	0,530	1,001	—	7,24	0,031	—	1,28

1) A. Bodenbender, Deutsche Zuckerindustrie 1887, p. 289.
2) Knapp, Vierteljahrsh. f. öffentl. Gesundheit 1870, p. 1.
3) Breitenlohner, Centralbl. f. Landeskult. in Böhmen 1869, p. 294.

Das Abwasser einer weiteren Zuckerfabrik enthielt nach König:

	Organische Substanz mg	Mineralstoffe mg	Gesamt- Stickstoff mg	Kali mg	Kalk mg	Phosphor- säure mg
Direkt aus der Fabrik ab- fließendes Wasser . .	718,0	3308,0	20,9	79,0	169,0	15,0
Aus dem Sammelteich . .	504,0	3225,0	17,6	71,0	169,0	—
Osmosewasser	1277,0	4650,0	560,0	2620,0	86,0	—

Derselbe untersuchte auch das Abwasser einer Fabrik vor und nach dem Sedimentieren sowie das Osmosewasser:

Suspendierte Stoffe (in Milligramm)			Gelöste Stoffe (in Milligramm)						
Unorganische	Organische	Stickstoff	Im Ganzen	Mineralstoffe	Glühverlust	ZurOxydation erforderlicher Sauerstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Kalk
962,5	350,0	26,6	1425,0	905,0	520,0	126,4	24,0	25,1	185,0

Aus diesen und zahlreichen anderen Analysen ergibt sich, dass die Abwässer der Zuckerfabriken sowohl viele suspendierte Unreinigkeiten als auch in Lösung befindliche anorganische und organische Stoffe enthalten, und zwar sind letztere durchweg sehr zur Fäulnis geneigt. Sehr reich an gelösten Stoffen dieser Art sind die Osmosewässer, die deshalb und besonders wegen ihres hohen Gehaltes an Stickstoff und Kali vielfach zur Gewinnung von Dünger dienen.

Die Nachteile und Belästigungen dieser Abwässer treten erst zu Beginn des Sommers zu Tage; während der in die Wintermonate fallenden Thätigkeit der Zuckerfabriken ist davon wenig zu bemerken.

In einem durch solche Wässer verunreinigten Bache starben während dreier Jahre beim Eintritt warmer Witterung jedesmal plötzlich sämtliche Fische. In welchem Grade die Verunreinigung stattfand, stellte J. König durch Untersuchung des Wassers des (Soeste-) Baches und des Abwassers fest:

	Gesamt- abdampf- rückstand	Glühverlust des filtrierten Wassers	ZurOxydation erforderlicher Sauerstoff	In Salzsäure unlöslicher Rückstand	Stickstoff	Salpetrige Säure	Kalk	Kali	In 1 cem entwickelungs- fähige Keime von Mikrophynen
	Milligramm								
1. Abgangwasser der Fabrik	760,8	52,4	15,2	255,6	15,1	0	156,8	16,6	25 000
2. Soeste-Bach vor Aufnahme des Ab- gangswassers . .	369,2	40,0	4,5	6,0	8,0	sehr viel	140,0	7,0	60 000
3. Soeste-Bach nach Aufnahme des Ab- gangswassers(Mit- tel von 4 Stellen)	426,6	51,9	5,6	23,1	11,3	viel	156,1	8,0	144 200

Die in Fäulnis übergegangenen Abwässer der Zuckerfabriken besitzen einen sehr widerlichen Geruch und enthalten unter anderem viel Schwefelwasserstoff; ihrem Charakter nach stehen sie den Kanalisationsabflüssen der Städte sehr nahe, ohne jedoch von vornherein die grosse Gefährlichkeit letzterer bezüglich krankheiterregender Mikroorganismen, wie Cholera- und Typhusbazillen etc., zu besitzen. Immerhin ist ein dadurch verunreinigtes Fluss- oder Brunnenwasser unbrauchbar und auch zu vielen technischen und häuslichen Verwendungen nicht geeignet; desgleichen bilden die widerlichen Ausdünstungen dieser Abwässer eine häufig sehr grosse Plage. Nach Rupprecht¹⁾ wurde ein Brunnen dadurch derart verunreinigt, dass nach dem Genusse des Wassers in einer Familie „typhöse“ Krankheiten auftraten. Der Brunnen enthielt alle Organismen, die sich in dem das Abwasser aufnehmenden Flusse fanden, speziell Diatomellen. Von Algen fand sich besonders der Wasserflachs, *Leptomitius lacteus*.

Reinigung.

Die Zuckerfabriken haben bezüglich der Reinigung ihrer Abwässer insofern einen sehr schweren Stand, als die Mengen derselben sehr gross, die Kosten also bedeutend sind; dabei ist die Art der Belästigung — hauptsächlich der penetrante Geruch — so fühlbar, dass sie endlose Klagen und Beschwerden über sich ergehen lassen müssen. Den Abwässern wurden alle möglichen gefährlichen Eigen-

¹⁾ Deutsche Wochenschr. f. Gesundh. und Rettungsw. 1884, p. 39.

schaften nachgesagt, über die sich mangels genügend langer Erfahrung gar nicht diskutieren liess, die also nicht so leicht zu widerlegen waren. Uebertriebene Ansprüche bezüglich Reinigung der Abwässer würden, wenn dieselben gesetzliche Sanktion fänden, eine schwere Schädigung für diese wichtige Industrie bilden. Mit dieser Frage beschäftigte sich der 1894 tagende Internationale Kongress für angewandte Chemie (Brüssel und Antwerpen) und kam zu folgenden Resolutionen:

1. Es ist nie bewiesen, dass die Abwässer der Zuckerfabriken eine infektiöse Krankheit verursacht haben.

2. Der Abfluss der Kondenswässer (kalt oder warm) in Flüsse oder Kanäle bietet keinerlei Nachteile, ebensowenig die Waschwässer der Kohlensäure.

3. Um die Verschlammung von Flussläufen durch die Abwässer durch Rübenschwemme und -wäsche zu verhindern, genügt es, diese Abwässer mechanisch in Absatzbassins zu reinigen.

4. Abwässer der Schnitzelpressen, der Diffusion, der Knochenkohlewäsche etc. werden bis jetzt am besten durch Irrigation gereinigt, und ist diese stets zu empfehlen, soweit ihre Ausführung möglich ist. Wenn nicht, so kann man ein anderes, den einzelnen Fällen angepasstes System wählen, vorausgesetzt, dass begründete Klagen vorliegen.

Es ist unmöglich, ein einziges Reinigungsmittel für alle Fälle vorzuschreiben. Die Regierungen sollten am besten je eine Kommission ernennen, die aus kompetenten Männern aus der Zuckerindustrie und Verwaltungsbeamten bestände, und in jedem einzelnen Falle zu entscheiden hätte, welche Reinigungsmethode angewendet werden sollte.

5. Fabriken, die an Flüssen liegen, sollen ihre Abwässer frei in dieselben fliessen lassen dürfen, wenn die fliessende Wassermenge derselben wenigstens 50mal grösser ist als die des Abwassers¹⁾; vergl. p. 290 d. Schr.

Inzwischen, d. h. bis zur gesetzlichen Regelung dieser Angelegenheit, ist es jeder Fabrik überlassen, ihre Abwässer nach einem beliebigen Verfahren unschädlich zu machen. Die Zahl der Vorschläge ist gross, die Erfahrung nicht alt, also die Wahl schwer. In vielen Fällen ergab sich bald die Wertlosigkeit der einen oder anderen Methode oder wurde wenigstens der Wert von denen bestritten, die ein Interesse daran hatten, die Reinigung der Abwässer zu verlangen.

¹⁾ Chem. Zeit. 1894, p. 1279.

Wegen der endlosen Streitigkeiten und Beschwerden wurden auf Veranlassung der Minister für Handel und Gewerbe, des Innern und für Landwirtschaft Untersuchungen über den Wert verschiedener Reinigungsmethoden für Zuckerfabrikabwässer angestellt und veröffentlicht ¹⁾. Die Prüfung erstreckte sich auf fünf in verschiedenen Fabriken eingeführte Methoden:

1. Verfahren von Knauer. D.R.P. Nr. 6211.

Dasselbe beruht im wesentlichen darauf, dass nach mechanischer Entfernung von Schnitzeln, Schlamm und Schaum die kalten Abwässer in sog. Gegenstromkühlern mittels der heissen Abwässer, Abdampfes und der Feuergase oder auch direkten Dampfes auf 80° und mehr erhitzt werden und dann unter Zusatz von Kalkmilch und Manganchlorür eine völlige Abscheidung der organischen, fäulnis- und gärungsfähigen Stoffe erstrebt wird; nach dieser Behandlung wird das Abwasser in den Gegenstromkühlern und darauf mittels Gradierwerken abgekühlt.

2. Verfahren von Elsässer.

Dieses bezweckt eine Abgärung der Schmutzwässer mit nachfolgender Berieselung. Sämtliche Abwässer werden in Gärbottichen vereinigt und gesammelt, fliessen nach Abscheidung der suspendierten Stoffe und unter Zurückhaltung des Schaumes auf drainierte Rieselfelder, nachdem sie ein Gefäss passiert haben, in welchem sie kontinuierlich mit Luft imprägniert wurden, wodurch oxydierbare Substanzen unschädlich gemacht werden sollen.

3. Verfahren von A. Müller-Schweder.

Während die bisher übliche Behandlung der Abwässer bezweckt, die Thätigkeit der Organismen zu vernichten, soll dieselbe hiernach planmässig gefördert werden, um die Kohlehydrate und ähnliche stickstofffreie oder -arme organische, überhaupt alle Substanzen zu entfernen, die sich der Ausfällung und Absorption durch Chemikalien oder durch den Boden entziehen. Zur Beförderung der Gärung werden Fermente und Nährstoffe für diese zugesetzt; schliesslich wird mit Kalkmilch geklärt und auf drainierten Rieselfeldern die Reinigung beendet. Die von der Rübenwäsche, dem Knochenkohlehaase und der Diffusion kommenden Abwässer werden gesondert in gemauerte Gruben geleitet, um abzusetzen.

4. Verfahren der Zuckerfabrik Stöbnitz.

Die Abwässer der Schnitzelpressung werden in einen hochliegenden

¹⁾ Die Ergebnisse d. amtl. Verhandl. z. Prüf. d. Abfl. aus Rohzuckerf. 1885.

Oberflächenkondensator gepumpt und nach Zusatz von 0,5 % Aetzkalk durch Dampf auf 80° erwärmt. Die Rübenwaschwässer fließen durch einen Rost, welcher alle groben Verunreinigungen zurückhält, und vereinigen sich mit ersteren und mit dem Diffusions- und Spülwasser. Die gesamten Abwässer gelangen dann in ein System von 15 Absatz- und Klärbassins, wo sie mit den Abflüssen des Knochenkohlehauses und den von Schlamm befreiten Kesselabblasewässern zusammentreffen. Nach dem Klären wird das Wasser auf ein Hochreservoir gepumpt, fließt durch ein Gradierwerk und schliesslich auf eine drainierte Wiese in „wilder Berieselung“, d. h. ohne wechselnde Anstauvorrichtungen. Der gesammelte Schlamm dient zur Düngung.

5. Verfahren der Zuckerfabrik Körbisdorf.

Die Abflüsse der Diffusion und Schnitzelpressung und die letzten Filterabwässer werden abwechselnd in zwei eisernen Kasten unter Zusatz von 0,5 % Aetzkalk mittels Retour- und direkten Dampfes auf 80° erwärmt und fließen dann zusammen mit den Rübenwaschwässern nach und nach durch elf Absatzbassins. Das geklärte Wasser läuft ab; der Schlamm wird in einem Bassin gesammelt, welches am Schlusse der Campagne geleert wird. Das geklärte Wasser gelangt behufs weiteren Absetzens in zwei in der Nähe des Gradierwerkes gelegene Bassins, vereinigt sich mit dem durch das Gradierwerk abgekühlten Fallwasser und gelangt mit durchschnittlich 25° C. in einen Bach.

Die Kohlenhauswässer werden zunächst in mehreren kleinen Bassins sedimentiert, fließen auf ein im oberen Teile drainiertes Wiesenterrain von ca. 75 ha Fläche, um auf dem unteren nicht drainierten Teile zu versumpfen.

Die nach diesen Methoden gereinigten Abwässer wurden von Degener und von Märcker chemisch, von F. Cohn mikroskopisch untersucht; die von Degener gewonnenen analytischen Ergebnisse füllen zwei grosse Tabellen¹⁾ und führten im wesentlichen zu folgendem Urteile über die Wirksamkeit der Methoden:

Ganz tadellos ist keines der untersuchten Wässer; die von der Stöbnitzer Fabrik und nach Elsässers Verfahren gereinigten zeigen die beste Beschaffenheit. Letztere wiesen bei ihrer Ankunft im Laboratorium zwar noch geringe Mengen lebende Fäulnisfermente auf, zeigten aber auch bei weiterer Kultivierung keinen belästigenden Geruch und waren sehr haltbar. Der Gärungs- und Fäulnisprozess war also im letzten Stadium begriffen und müsste im Freien sehr bald

¹⁾ König 259 ff.

beendet sein. Diese so gereinigten Abwässer könnten unbedenklich auch kleineren Wasserläufen zugeführt werden; ein Versuch lehrte, dass junge Fische sogar in dem unverdünnten Abwasser ohne Nachteil leben blieben.

Das nach Müller gereinigte Abwasser war noch in lebhaftester Gärung begriffen und enthielt viel organische Substanz. Nach einigen Tagen entwickelten sich zahlreiche Fäulnisbakterien; Schwefelwasserstoff und übler Geruch überhaupt wurden bemerkbar. Es wäre nicht angängig gewesen, diese Wässer in einen kleineren Wasserlauf abzulassen. Die betreffende Fabrik hatte allerdings das Müllersche Verfahren nicht in voller Uebereinstimmung mit den Angaben des Erfinders angewendet.

Das Körbisdorfer gereinigte Abwasser (ohne Fall- und Kohlenhauswasser) war von geringer Haltbarkeit. Nach dem Ausfällen des Kalkes trat eine lebhafte faulige Gärung ein mit entsprechendem Geruche. Die Reinigung war also auch ungenügend.

Eine ziemlich grosse Haltbarkeit zeigten die nach Knauer gereinigten Abwässer. Der in grossem Ueberschusse vorhandene Aetzkalk hatte aber die Entwicklung der Organismen nicht in allen Fällen völlig unterdrückt, wenngleich eine nennenswerte Vermehrung nicht stattfand.

Die blosse Gegenwart oder Abwesenheit von Fäulnisfermenten gilt jedoch nicht als Kriterium dafür, ob ein Wasser schädlich ist oder nicht, sondern nur die Fähigkeit desselben, ihre Entwicklung zu fördern oder nicht. Einen wertvollen Anhaltspunkt für die Haltbarkeit der nach Knauer gereinigten Abwässer findet man in der Beschaffenheit derselben nach dem Gradieren. Hiebei zeigt es sich infolge der für Bakterienentwicklung günstigen Temperatur und Minderung des antiseptischen Einflusses des Kalkes, welcher grösstenteils ausfällt, dass diese Wässer mehr oder weniger intensiv in Fäulnis übergehen; einige kamen schon in solchem Zustande an, andere hielten sich nur noch kurze Zeit, besonders nach dem Ausfällen des Kalkes.

Im allgemeinen sind also die nach diesem Verfahren behandelten Abwässer im ungradierten Zustande sehr, nach dem Gradieren und gänzlichem oder teilweisem Verluste des Kalkes nur wenig haltbar. Ihr Gehalt an organischer, besonders stickstoffreicher Substanz ist grösser als der nach Stöbnitzer oder Elsässers Verfahren gereinigten Abwässer. Immerhin sind die erzielten Resultate beachtenswert.

Die Resultate der Märckerschen Untersuchungen decken sich im ganzen mit denen Degeners.

Da nur die gereinigten, nicht aber auch die ursprünglichen Abwässer analysiert wurden, so konnten Vergleiche bezüglich der quantitativen Wirksamkeit der Methoden nicht angestellt werden.

Jedenfalls wurde durch keines der besprochenen fünf Verfahren ein Abwasser wieder in den ursprünglichen Zustand der Reinheit zurückgeführt; es ist daher auch die Beantwortung der Frage, nach welchem die relativ günstigsten Resultate erzielt wurden, nicht möglich.

Die Gradierwerke schmälern offenbar den antiseptischen Einfluss des Kalkes, da sie die Ausfällung desselben und folglich die Neutralisation verursachen resp. beschleunigen.

Die sogenannte „Rieselung“ kann kaum als solche aufgefasst werden, da der wesentliche Faktor einer solchen, die Vegetation, bei der vorzugsweise im Winter liegenden Thätigkeit der Zuckerfabriken wegfällt, also nur eine Absorption und Filtration durch den Erdboden in Frage kommen könnten. Beide machen sich aber nur unvollkommen geltend.

Die mikroskopische Untersuchung von Professor Ferd. Cohn erstreckte sich auf die Reinigungssedimente und auf das Verhalten der gereinigten Abwässer gegen Pasteursche Nährlösung und gegen eine 10%ige wässrige Lösung von Malzextrakt. Professor Cohn stellte folgendes fest:

Durch den Aetzkalk werden alle mechanischen Verunreinigungen und alle Organismen abgeschieden; das Wasser wird und bleibt klar, solange es alkalisch reagiert, ist keimfrei und steril. Nährlösungen werden in der Regel nicht dadurch getrübt.

In allen Fabriken, die nach einem der vorliegenden Verfahren arbeiteten, wurde das Wasser im weiteren Verlaufe der Reinigung durch Aufnahme von Kohlensäure neutral.

Durch den Kalk werden die meisten Fäulnisorganismen, besonders Mycelpilze und Infusorien, dauernd beseitigt resp. getötet, kommen also für das wieder neutral gewordene Wasser nicht mehr in Betracht. Einige Arten von Bakterien werden aber durch den Kalk nicht vernichtet, sondern nur in ihrer Vermehrung gestört; auch nach eingetretener Neutralisation wird diese Beeinflussung nicht erheblich aufgehoben, so dass intensive Fäulnisprozesse nicht auftreten können. Nährlösungen werden durch solches neutrales Wasser aber getrübt. Auch im alkalischen Wasser enthält der Bodensatz und die an der Oberfläche bleibende Ausscheidung entwicklungsfähige Keime von Bakterien, die sich in Nährlösung sofort reichlich vermehren. Nach-

dem das Wasser neutral geworden ist, vermehren sich die Bakterien im Absatze selbst sehr reichlich, so dass dieser eine ergiebige Quelle der Fäulnis bildet.

Die im Wasser enthaltenen fäulnisfähigen organischen Stoffe werden durch den Kalk nicht derart verändert, dass sie nicht mehr fäulnisfähig wären; vielmehr können sie in weiterem Verlaufe der Reinigung, sobald die Verhältnisse es begünstigen, einer starken Fäulnis unterliegen.

Zur Berieselung gelangten die Schmutzwässer stets im Zustande intensiver Fäulnis, welche nicht nur durch unendliche Vermehrung der Bakterien, Monaden und Protozoen, durch Bildung von Zoogloenflecken und farblose Leptothrixmassen, sondern auch durch milchige Trübung, Gestank, Abscheidung von Schwefelwasserstoff, Schwefeleisen und Schwefel gekennzeichnet war. Aber auch die Abflüsse der Drainröhren waren noch in starker Fäulnis, so dass der Erdboden dem Abwasser weder die fäulnisfähige Substanz noch auch die Fermente in genügendem Maasse entzogen hatte. Auf die Ursache hievon wurde schon oben hingewiesen: diese Rieselung ist eben keine, weil die Vegetation gänzlich fehlt.

Die Fäulnis ist nach einiger Zeit beendet; das bis dahin milchige und übelriechende Wasser wird klar, und grüne und braune Algen, zumeist Conferven und Diatomeen, kommen zum Vorschein wie in gewöhnlichem Graben- oder Bachwasser.

Die Stöbnitzer Methode weicht von den anderen insofern ab, als die Kohlenhausabflüsse ohne vorhergängige Gärung successive mit Salzsäure und Soda gekocht wurden, infolgedessen massenhaft getötete Bakterien zwischen Kohlenbröckchen, aber auch lebensfähige Keime enthalten, die sich nach einiger Zeit vermehren und besonders im Bodensatz reichlich umherschwärmen; dieser trübt daher Nährlösungen. Nach der Berieselung zeigen diese Abwässer starke Fäulnis, wenn vielleicht auch in geringerem Grade als die der anderen Fabriken; erst nach Beendigung der Fäulnis hat das Wasser eine bessere Beschaffenheit, entwickelt grüne Algen und — wegen seines Eisengehaltes — die braunen Filzmassen der *Lyngbya ochracea*.

Ein befriedigendes Ergebnis haben demnach diese Methoden nicht geliefert. Das Schlussgutachten der eingangs erwähnten Kommission in ihrem Berichte an die betreffenden Minister lautete dahin, dass ein rationell eingerichtetes und betriebenes Berieselungs- und Aufstauverfahren nach vorgängiger freiwilliger Abgärung der Schmutzwässer, wie es nach Elsässers Methode stattfindet, relativ am meisten

zu empfehlen sei, sofern geeignete Ländereien vorhanden seien, weil durch ein solches Verfahren bei sehr geringen Betriebskosten ein günstiger Reinigungseffekt namentlich in Ansehung der organisch-chemischen Substanz erzielt werde. Das Stöbnitzer Verfahren würde voraussichtlich noch höhere Reinigungseffekte liefern, sei aber weit teurer. Da es zunächst nur in dieser einen Fabrik zur Durchführung gelangt sei, empfehle es sich, weitere Erfahrungen damit zu sammeln.

Das Knauersche Verfahren könne erst in zweiter Linie in Betracht kommen, weil seine Leistungen nicht im richtigen Verhältnisse zu den Anlage- und Unterhaltungskosten ständen, auch hinter dem ersten zurückblieben.

Im Gegensatz zu diesem Urteile äusserte sich die technische Deputation für Gewerbe in Berlin, welcher das gesamte Material von den Ministern zur Begutachtung überwiesen wurde, dahin, dass der Kostenpunkt zunächst nicht in Betracht komme, sondern nur die Wirksamkeit; danach könne das Elsässersche Verfahren nicht empfohlen werden, weil die sogenannte Berieselung nicht ihrem Zwecke genüge und daher vom sanitären Standpunkte nicht unbedenklich sei. Das Stöbnitzer Verfahren sei im wesentlichen dem Knauerschen analog, könne daher mit diesem zusammengefasst werden. Das Knauersche habe insofern den grössten Erfolg erzielt, als durch dasselbe die Organismen völlig vernichtet wurden, und dass die danach behandelten Wässer sich passiv verhielten, solange sie alkalisch waren, dass eine blosse Absorption durch den Erdboden genüge, um den Rest noch vorhandener und etwa bedenklicher organischer Substanz unschädlich zu machen, falls es nicht anginge, sie in grössere Wasserläufe fliessen zu lassen. Zu einer von Staats wegen zu erlassenden Vorschrift sei freilich nicht die nötige Klarheit vorhanden; es schiene jedoch durch das Knauersche Verfahren diejenige Grundlage gewonnen zu sein, auf welcher weiter zu arbeiten sei.

Eine zweite Denkschrift berichtet über die Ergebnisse der im Betriebsjahre 1884/85 angestellten amtlichen Versuche über die Verfahren von Nahnsen, Oppermann, Röckner-Rothe, Hulwa und Elsässer. Das Müllersche war bereits allgemein verlassen, das Knauersche wurde nur noch vereinzelt angewendet.

Nahnsen verwandte Aluminiumsulfat, lösliche Kieselsäure und Kalkmilch. Die mit den Fällungsmitteln versetzten Schmutzwässer durchfliessen eine Reihe von Absatzbassins, von welchen die Hälfte abwechselnd ausgeschaltet werden kann zur Entfernung der Sedimente, und gelangen danach in fliessendes Wasser. Während sich das Schmutz-

wasser vor dem Eintritt in die Reinigungsstation im Zustande intensivster Fäulnis befindet, ist es nach der Reinigung klar, gelb gefärbt und stark alkalisch.

Das Oppermannsche Verfahren ist beschrieben p. 340. Rothe-Röckner leiten das mit Kalkmilch und Magnesiumsulfat versetzte Abwasser in eine Vertiefung, aus welcher es durch einen sogenannten Stromverteiler in einen etwa 8 m hohen Kessel soweit aufgesaugt wird, dass es durch ein Ueberlaufrohr ununterbrochen abfließen kann; der Schlamm wird ausgepumpt.

Die Methode von Hulwa ist beschrieben p. 341. Das Elsässersche Verfahren wurde nochmals in zwei Fabriken geprüft und führte die Kommission zu der Ansicht, dass ein nach demselben gereinigtes Wasser ohne Bedenken einem jeden, auch dem kleinsten Wasserlaufe übergeben werden könnte, und dass die seit der früheren Besichtigung (in der einen Fabrik) stattgehabte vierjährige Benützung der Rieselanlage ihre Wirksamkeit ganz bedeutend erhöht habe. Die Kommission kam weiterhin zu der Ansicht, dass eine Berieselungsanlage augenscheinlich einiger Jahre bedürfe, um in einen anhaltenden Zustand vollkommener Wirksamkeit zu gelangen, teils weil erst nach längerer Zeit die Benarbung der Flächen eine genügende dichte wird, und teils weil die über den Drains liegende Erde ebenfalls längerer Zeit bedarf, um die dichte ursprüngliche Struktur wieder zu erhalten.

Die angewandten Fällungsmittel hatten folgende Zusammensetzung:

		Nahnsen	
Wasser		31,40 bis 38,61	%
Thonerde und etwas Eisenoxyd .		9,00 „ 12,52	„
Kalk		0,05 „ 1,65	„
Schwefelsäure		18,61 „ 27,99	„
In Salzsäure unlöslich		20,95 „ 38,06	„

		Oppermann	Rothe-Röckner
Wasser (und Verlust) . .	18,84 bis 31,65	%	23,26 %
Eisenoxyd + Thonerde .	Spur „ 0,73	„	0,45 „
Magnesia	19,63 „ 23,72	„	20,83 „
Kalk	2,67 „ 4,88	„	5,58 „
Schwefelsäure	40,65 „ 50,74	„	47,65 „
In Salzsäure unlöslich .	3,59 „ 4,96	„	2,23 „

Die Zuckerfabrik Aderstedt verwandte nach Oppermanns Verfahren:

	Datum der Probe- entnahme	Trocken- rückstand	Glühverlust	Suspendiert	Gesamt- Kohlenstoff	Ammoniak- Stickstoff	Phosphor- säure	Kali	Kalk	Schwefel- wasserstoff
Hessen, vor der Berieselung	19. 11. 89	1 432	582	546	42,1	19,9	14	54	204	Vorh.
" nach der Berieselung	19. 11. 89	888	114	20	7,3	1,2	2	13	306	0
" vor der Berieselung	3. 12. 89	1 490	748	553	47,4	25,3	11	56	189	Vorh.
" nach der Berieselung	3. 12. 89	857	117	22	5,8	1,3	3	14	275	0
" vor der Berieselung	22. 12. 90	1 014	362	184	36,7	5,0	7	51	177	Vorh.
" nach der Berieselung	22. 12. 90	923	104	21	4,8	0,2	1	9	280	0
" vor der Berieselung	15. 1. 91	963	387	157	31,8	5,0	6	44	175	Vorh.
" nach der Berieselung	15. 1. 91	938	200	27	9,6	0,4	2	12	287	0
Mattierzoll, vor der Berieselung . . .	3. 12. 89	1 131	420	150	23,6	12,2	9	44	280	Sp.
" vor der Berieselung	23. 12. 90	1 279	581	152	24,9	2,5	7	55	180	0
" nach der Berieselung	23. 12. 90	924	110	20	6,3	0,8	2	19	272	0
Uefingen, vor der Berieselung	8. 12. 90	13 033	1 681	11 143	41,2	3,3	16	64	249	0
Rühländ & Co., vor der Berieselung .	31. 1. 91	2 390	1 367	352	38,4	2,5	11	93	300	Vorh.
Hessen, Abf. a. d. Absatzbehälter . .	15. 1. 91	953	375	103	15,7	0,7	5	40	175	Erhebl.
Dasselbe	22. 1. 91	1 001	412	86	17,2	0,7	5	41	179	Desgl.
Hessen, Abf. a. d. Kohlenwäsche . .	15. 1. 91	979	412	241	50,3	13,2	16	42	169	0
Dasselbe	22. 1. 91	1 128	461	241	47,4	13,2	10	47	186	0

Salpetersäure und Salpetrigsäure konnten nirgends nachgewiesen werden.

	Schwefelsaure Thonerde	Kieselsäureabfall
Wasser	39,86 %	29,89 %
Thonerde + Eisenoxyd .	11,60 bis 12,11 %	1,55 bis 2,55 %
Kalk	0,37 „ 0,74 „	0,28 „ 2,31 „
Schwefelsäure	28,32 „ 30,34 „	1,84 „ 1,91 „
Kieselsäure	} 17,32 „ 20,38 „	58,47 „
In Salzsäure unlöslich .		8,07 „

Die Analyse der ursprünglichen und gereinigten Abwässer ergab bedeutende Differenzen in den Befunden der beiden Chemiker, die hauptsächlich darauf zurückgeführt werden, dass die Proben ungleich lange Zeit vor der Analysierung aufbewahrt wurden; auch entsprachen die Proben des ungereinigten Wassers nicht denen des gereinigten, da keine Rücksicht darauf genommen wurde, wie lange Zeit das Wasser zum Durchfliessen des Klärbassins brauchte. Schlüsse von Bedeutung können daher aus diesen Versuchen nicht gezogen werden¹⁾.

Die Reinigung der Zuckerfabrikabwässer mittels Berieselung scheint im allgemeinen sehr gute Resultate zu geben und wird daher von verschiedenen Seiten sehr empfohlen. H. Schulze teilt Analysen von Abwasser vor und nach der Berieselung mit (s. Tabelle S. 338); Fischer, Das Wasser p. 192), aus denen hervorgeht, dass die Zuckerfabrikabwässer gewaltige Mengen von wertvollen Dungstoffen enthalten, die bei einzelnen Fabriken für eine Campagne ein Kapital von ca. 20 000 M. darstellen können. Wenn daher die Abwässer unbenützt abfliessen, so ist das ein grosser Fehler. Leider haben die meisten Fabriken zu kleine Flächen zur Verfügung, um ihre Schmutzwässer völlig ausnützen zu können. Nach den Anforderungen der Gewerberäte genügen 3 bis 4 ha für 500 Ctr. täglich verarbeiteter Rüben, um die Abwässer derart zu reinigen, dass sie ohne Bedenken den öffentlichen Wässern zugeführt werden können. Zur völligen Verwertung der darin enthaltenen Dungstoffe könnte dagegen die Fläche bedeutend vergrössert werden.

Teuchert ermittelte die Veränderungen, welche das Abwasser einer Zuckerfabrik mit einer täglichen Verarbeitung von 300 Zentner Rüben durch Berieselung auf einer 6 ha grossen Wiese erfuhr²⁾. S. Tabelle p. 440.

Die meisten Fabriken lassen ihre Abwässer in sogenannten Klärbassins absetzen, worin sich die Erde von den Rübenschwemmen, Rübenschwänze, Schnitzelstücke etc. ablagern, welche meistens durch

¹⁾ Fischer, Das Wasser, 1891, p. 186.

²⁾ D. Ind. 1882, p. 871.

	Gesamt- rückstand	Glühverlust	Davon suspendiert	Organische Stoffe	Unorganische Stoffe	Gelöste Stoffe	Glühverlust	Stickstoff als Ammoniak	Proteinstoffe	Salpeter- säure
	Milligramm									
Im schmutzigen Wasser .	2633	483	1763	1251	242	870	241	14	11,6	0,02
Im gereinigten Wasser .	693	51	31	19	12	661	38	0,8	2,5	0,01
Mithin durch die Anlage verbraucht	1940	432	1732	1232	230	209	203	13,2	9,1	0,01

mephitische Ausdünstungen von Schwefelwasserstoff etc. die Umgebung belästigt. Die Gegenwart von reichlichen Mengen organischer, zuckerhaltiger Substanz sowie die stets warme Temperatur des Wassers in den Bassins fördern die Pilzbildung, wodurch wahrscheinlich die Wirkung der Rieselfelder beeinträchtigt wird. Man sollte darauf bedacht sein, die nicht gelösten organischen Stoffe möglichst rasch aus dem Wasser zu entfernen. F. Fischer schlägt vor, die Abwässer mittels Pumpen zu heben, um sie auf andere Ländereien fließen lassen und damit ausgiebig nutzbar machen zu können; eine Berieselung damit sei insofern viel günstiger als eine solche mit städtischen Abflüssen, weil dieselbe nur während kurzer Zeit betrieben werde und noch dazu dann, wenn die Vegetation sich in der Winterruhe befände.

Ein Beispiel einer zweckmässig betriebenen Berieselung liefert neuestens die Zuckerfabrik Kopidlno¹⁾, welcher eine Fläche von 19000 ha zur Verfügung steht. In einer Entfernung von 10 bis 12 m sind Saugdrains derart gelegt, dass die Felder in sieben voneinander unabhängige Systeme geteilt sind. Die Ausmündung der Drainröhren, welche 1,2 bis 1,5 m unter der Oberfläche liegen, geht in das Bett eines Mühlbaches. Saug- und Sammeldrains haben 50 bis 140 mm Durchmesser. Nahe bei der Fabrik befinden sich zwei grosse Dekantier- und sechs Klärbassins, aus denen die Abwässer durch ein Cokefilter in einem offenen Graben auf die Rieselfelder geleitet werden. Die Analyse des Wassers vor und nach der Berieselung ergab, dass Kali- und Natronsulfat, Natron- und Ammoncarbonat fast völlig, von den organischen Stoffen ca. 50% vom Boden aufgenommen wurden, wofür einige Bodenbestandteile, wie Kalk und Magnesia, nebst Kohlen- und Schwefelsäure in Lösung gingen. Das gereinigte Abwasser ist klar und geruchlos, den sanitätspolizei-

¹⁾ Dėdek, Böhm. Zeitschr. f. Z.-Ind. 1894, p. 424.

lichen Anforderungen völlig entsprechend. In 24 Stunden fließen den Feldern 32880 hl Wasser zu und 36480 hl von ihnen ab.

Zum Schlusse lassen wir noch drei Reinigungsmethoden folgen, welche speziell für Zuckerfabriken bestimmt sind und in solchen vielfache Verwendung gefunden haben.

Bodenbenders Verfahren.

Die Abwässer werden zunächst möglichst rasch von den darin enthaltenen suspendierten Stoffen, als Rüben Erde, Rübenblätter und -schwänze, durch Filtration über Roste oder vermittelt des Rothe-Röcknerschen Apparates getrennt. Der breiige Schlamm wird durch Fowlersche Pumpen oder Baggerwerke in Erdbassins behufs vollständiger Austrocknung befördert. Das Wasser wird dann einer chemischen Reinigung unterzogen; für diesen Zweck haben sich die Sulfate der Thonerde, Magnesia und des Eisenoxyduls sowie das saure Kalkphosphat unter Zusatz von Kalk bis zur schwach alkalischen Reaktion als höchst wirksam erwiesen. Diese chemische Reinigung, welche also in einer Fällung organischer Substanzen durch die genannten Metalloxyde besteht und einen sehr wertvollen Dung liefert, erstreckt sich auf alle Abwässer der Zuckerfabriken, mit Ausnahme des zur Kondensation der Dämpfe verwandten, welches nur zur Abkühlung über Gradierwerke zu leiten ist. Nach der Dekantation der Niederschläge wird das klare Wasser über schlammigen Coke in aufsteigendem Strom filtriert und alsdann einer Durchlüftung auf Gradierwerken ausgesetzt, wobei es stets schwach alkalisch sein muss. Hierbei unterliegen viele organische Stoffe, darunter auch Zucker, unter gewissen Bedingungen (Wärme und Feuchtigkeit bei Gegenwart von viel Luft und sehr wenig Kalk) einem Oxydationsprozess. Es ist hierbei jedenfalls vorteilhaft, wenn die organischen Stoffe möglichst tief eingreifende Zersetzung erleiden, da alsdann Verbindungen von geringerem Molekulargewicht entstehen, deren endlicher Zerfall in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak etc. rascher erfolgt.

Oppermanns Verfahren.

Die an organischen Stoffen reichen Schmutzwässer werden mit Magnesiumcarbonat und Kalkmilch gefällt. Der Kalk setzt sich mit ersterem um; das Magnesiahydrat ist nur sehr schwer löslich in Wasser, geht daher grösstenteils mit in den Niederschlag über. Da Magnesiahydrat nicht wie Kalkhydrat (nach den Versuchen Oppermanns) zersetzend auf Eiweissstoffe wirkt, die Flüssigkeit aber infolge der Umsetzung weniger Kalk gelöst enthält, so kann dieses Fällungsmittel

stärker reinigend auf Schmutzwasser wirken als die bisher üblichen. Gleichzeitig lässt das vorhandene Magnesiahydrat weder in dem Niederschlag noch in der geklärten Flüssigkeit Spaltpilze (*Cladothrix*, *Crenothrix*, *Beggiatoa* etc.) aufkommen. Der mit diesen Fällungsmitteln bei Zuckerfabrikabwasser erhaltene Schlamm soll 5- bis 10mal mehr Stickstoff enthalten als der durch Kalk allein aus den Effluvien gefällte. Der feuchte Schlamm des Schlammteiches der Zuckerfabrik Aderstedt ergab z. B. bei 57,9% Wasser 1,18% Stickstoff, der von Binndorf ca. 1% Stickstoff bei ca. 60% Wasser. Bei der Zuckerfabrik Minsleben am Harz, deren Abwasser in die Holzemme fließt, konstatierte H. Oppermann, dass durch das nach seinem Verfahren gereinigte Abwasser nicht nur die Spaltpilze beseitigt wurden, sondern dass auch die Zunahme an anorganischen Bestandteilen in dem Wasser eine sehr geringe war.

Hulwas Verfahren.

Zu dem Verfahren gehören drei in der Kälte sich vollziehende Operationen, und zwar:

1. Eine Scheidung und Fällung des Schmutzwassers mittels eines Pulvers von neuer und eigentümlicher Zusammensetzung. (Ein Salzgemisch von Eisen-, Thonerde- und Magnesiapräparaten, dazu Kalk mit besonders präparierter Zellfaser.)

2. Eine Saturation der geklärten, stark alkalischen Flüssigkeit mittels Kohlensäure.

3. Der Zusatz von sehr geringen Mengen von schwefliger Säure zu der saturierten, schwach alkalischen bis neutralen Flüssigkeit behufs besserer Konservierung derselben.

Durch das Fällungspulver, dessen Zusammensetzung und anzuwendende Menge sich nach der Beschaffenheit der Abwässer richtet, werden zuvörderst alle suspendierten mineralischen Beimengungen einschliesslich aller mikroskopischen Organismen, Sporen, Keime u. s. w., endlich eine Reihe von Riechstoffen, vor allem Schwefelwasserstoff, aus der Flüssigkeit entfernt, und zwar in verhältnismässig kurzer Zeit, so dass schon nach wenigen Minuten eine vollständig klare Flüssigkeit sich über einem etwa nur ein Zehntel des Volumens derselben einnehmenden kompakten Niederschlage befindet.

Die von dem gefällten Schlamme entweder durch einfaches Abheben oder Ablassen oder mittels Filterpressen getrennte klare und stark alkalische Flüssigkeit wird hierauf in besonderen Gefässen in der Kälte mittels Kohlensäure bis zur verschwindenden Alkalität saturiert; hierdurch wird neben anderen Stoffen vornehmlich der in der

Flüssigkeit gelöste und eventuell überschüssig vorhandene Kalk, welcher in dem abfließenden Wasser belästigend wirkt, ausgeschieden und ausserdem auch die Entfernung etwa noch vorhandener Riechstoffe veranlasst.

Bei besonders übelriechenden Wässern ist es vorbehalten, zum Zweck der Zerstörung gewisser Riechstoffe, deren Beseitigung in dem ursprünglichen Wasser unmöglich wäre, die Flüssigkeit vor der Saturation mit einem Oxydationsmittel in geringen Quantitäten zu behandeln.

Die ohne oder mit vorherigem Zusatze von Oxydationsmitteln saturierte Flüssigkeit gelangt hierauf mit eigenem Druck in Puvrezsche Rinnenfilter und kommt aus diesen, durch Schläuche von besonderem Gewebe filtriert, krystallklar mit fast neutraler Reaktion, ohne irgend bemerkenswerten Geruch oder Geschmack, zum Ablauf. Um dieses ablaufende Wasser noch besser zu konservieren, werden demselben in der Ablaufrinne durch ein in dieselbe hineingelegtes, mit Löchern versehenes Rohr einige Gasblasen resp. geringe Mengen von schwefliger Säure oder auch schwefligsaure Salze zugeführt.

Nach einem während zehn Tagen in Mährisch-Neustadt ausgeführten Versuche sollen in einem Gemisch von einem Teile des gereinigten Wassers mit vier Teilen Bachwasser sich diverse Fischgattungen, wie Karpfen, Hechte, Barsche, Weissfische etc., während der ganzen Dauer der Versuche wohl und munter befunden haben.

Als neu und eigentümlich bei dem Verfahren wird der Umstand bezeichnet, dass der bei der Fällung, also im ersten Stadium der Reinigung, gebildete Schlamm zur Reinigung anderer neuer Quantitäten von Abwässern benutzt werden kann, wodurch nicht nur das Verfahren ungemein an Einfachheit und Billigkeit gewinnt, sondern auch der durch Abbaggern oder mittels Filterpressen zuletzt erhaltene Schlamm konzentrierter wird und einen Dungwert erhält, welcher annähernd die Betriebskosten des Verfahrens deckt.

Von der Anwendung des Reinigungsverfahrens auf Zuckerfabrikabwässer bleiben zweckmässig ausgeschlossen die Kondensationswässer und die Osmoseabwässer.

Jedoch vermag man auch durch das vorliegende Verfahren, wie die Versuche in Mährisch-Neustadt ergeben haben, während der Campagne das Osmoseabwasser gemeinsam mit dem übrigen Abwasser erfolgreich zu reinigen.

Mit Beendigung der Campagne sind die Osmosewässer gesondert zu verarbeiten.

Ferner wird als Vorzug des Verfahrens angegeben, dass der in dem Zuckerfabrikabwasser vorhandene Zucker durch das Fällungsmittel ausgeschieden und aus dem Pressschlamm nach einem einfachen Verfahren dem Fabrikbetrieb wieder zugeführt werden kann.

Der so wiedergewonnene Zucker in Gemeinschaft mit dem Dungwert des Schlammes sollen die Kosten hinreichend decken.

Papierfabrikation.

Das Rohmaterial der Papierfabriken, Lumpen und Stoffabfälle, kann bei der ersten Wäsche ein bedenkliches Schmutzwasser liefern, da es stets seiner Herkunft gemäss äusserst unsauber ist, also auch Krankheitskeime enthalten kann. Die übrigen Materialien sind Stroh, Holz, alte Taue etc. Zu deren gründlicher Reinigung und Bleichung sind grosse Mengen Alkalicarbonat, Aetzlauge, Kalk, Chlorkalk, Bisulfit etc. erforderlich. Diese finden sich zuletzt mit organischen Stoffen beladen in den Abwässern wieder. Die Bestandteile derselben sind deshalb je nach den verarbeiteten Materialien und Chemikalien sehr verschieden ¹⁾.

1 l enthält	Suspendierte Stoffe		Gelöste Stoffe					
	Organische	Unorganische	Im ganzen	Organische	Organischer Stickstoff	Kalk	Schwefelsäure	Chlor
	Milligramm		Milligramm					
1. Strohpapierfabrik ²⁾ .	668,0	189,5	8386,7	4671,5	89,7	—	—	—
2. Desgl. ²⁾	146	4,4	—	2267,2	79,3	972,8	—	—
3. Desgl. ²⁾	515,5	232,4	480,0	170,0	12,6	155,0	—	—
4. Holzpapierfabrik a ²⁾	192,4	200,8	687,9	257,5	—	160,4	169,0	15,9
5. Desgl. b.	251,6	265,4	620,4	112,2	—	—	—	—
6. Espartoflüssigkeit einer Papierfabrik ³⁾	—	—	40380,0	Kohlenstoff 9388,4	770,4	—	—	—

Die Soda- und Kalklaugen der Strohstoffgewinnung zeigten folgende Beschaffenheit:

¹⁾ König, p. 289, 290.

²⁾ Nr. 1 bis 5 von König, Nr. 2 Mittel von vier Analysen.

³⁾ Nr. 6 nach Analyse der englischen Kommission.

Ab- dampf- rück- stand g	Organ. Stoffe g	In letzteren		Mine- ral- stoffe g	In letzteren					
		Ammoniak- Stickstoff	Organischer Stickstoff		Aetznatron	Kohlensaures Natrium	Kieselsaures Natrium	Natron mit organischen Säuren	Chlornatrium	Schwefel- saures Natrium
		Gramm			Gramm					

Sodalauge (spez. Gew. 1,0060):
44,684 | 30,813 || 0,0286| 0,2668||13,869|| 0,295 | 1,594 | 0,536 | 4,788 | 1,003 | 1,512

Kalklauge (spez. Gew. 1,0240):
54,664 | 40,230 || 0,0245| 0,2208||14,434|| Aetz-
kalk | — | Desgl.
Kalk | Desgl.
Kalk | 0,345 | 0,899
0,981 | 0,316 | 8,083

¹⁾ 12. und 13. Bericht der Königl. sächs. chemischen Centralstelle etc. Dresden 1884, p. 17.

Aus 1 l Sodalauge wurden durch Mineralsäuren 1,97 g stickstoffhaltige Säure, frei von Fetten und Harzen und löslich in Alkohol und Benzin, ausgeschieden; auch Gallussäure und Humusverbindungen waren darin.

Karmrodt ¹⁾ analysierte die Abgänge aus der Bleicherei von Papierfabriken und fand in der abgenützten Bleichlauge folgenden Gehalt pro 1 l:

	I.	II.	III.
Freie Salzsäure	57,60 g	53,75 g	50,70 g
Eisenchlorid	46,50 „	40,30 „	37,95 „
Manganchlorid	142,50 „	76,90 „	78,20 „
Chlor	21,30 „	Wenig	Wenig
Chlorcalcium	Wenig	6,65 g	7,76 g

Eine andere Flüssigkeit aus einer Papierfabrik hatte folgende Zusammensetzung pro 1 l:

Chlor- calcium	Chlor- kalium	Chlor- natrium	Schwefelsaures Kalium	Ammo- niak	Thon (fein verteilt)
2,31 g	0,88 g	1,12 g	0,24 g	1,79 g	2,02 g

Für das Abflusswasser aus einer Strohappenfabrik fand König für 1 l:

¹⁾ Zeitschr. d. landw. Ver. von Rheinpreussen 1861, p. 387 und Hoffmann, Jahresbericht f. Agrik.-Chem., 4. Jahrg., p. 177.

	a)	b)
Suspendierte Schlammstoffe, organische .	322,0 mg	307,5 mg
" " anorganische	781,0 "	441,0 "
Gelöste Stoffe, organische (Glühverlust) .	258,0 "	908,5 "
" " anorganische	463,2 "	531,0 "
Zur Oxydation der gelösten organischen		
Stoffe erforderlicher Sauerstoff . . .	84,0 "	296,0 "
Gesamt-N in organischer Verbindung .	35,7 "	24,4 "

Die anorganischen suspendierten Stoffe bestanden aus fein vertheiltem Thone.

Die bei der Fabrikation benützte Natronlauge lässt sich verwerten, indem man sie mit Sägemehl u. dergl. eindampft und trocken destilliert; das Produkt ist ein brauchbares Leuchtgas; der Rückstand liefert Material zur Darstellung von Aetznatron. Damit wurden nicht nur Ersparnisse, sondern sogar Ueberschüsse erzielt (König, p. 296). Die beste Entfernung des Schlammes aus den Abwässern hängt von der Fabrikation ab; z. B. enthalten die Abflüsse aus Holzstofffabriken viel gröbere Flocken als die der Stroh- und Lumpenpapierdarstellung, lassen sich also leichter mittels Filtration durch Drahtgeflechte davon befreien als diese.

Holzstofffabriken sollten für je 500 hk trockenen Rohstoffes jährlicher Produktion mindestens 30 cbm Absatzbassins haben. Die Siebe der Stofffänger sollten mindestens 300 Oeffnungen auf 1 qcm haben, wobei aber noch viel feiner Holzstoff durchgeht, der dann noch in den Klärbehältern gesammelt werden muss. Die Schurichtschen Filter ¹⁾ sind zweckmässig, wenn auch nicht völlig genügend. Der gewonnene Stoff deckt die Kosten dieser Reinigung ²⁾.

Zur Düngung sind die Holzstoffabwässer nicht geeignet, da sie nicht düngend wirken und sogar eine für die Vegetation hinderliche Filzdecke bilden. Die Strohpapierabwässer sollen im Gegensatz hiezu sehr geeignet zur Düngung sein.

Die anfangs erwähnten, von der Lumpenwäsche herrührenden Schmutzwässer enthalten keine verwertbaren Bestandteile, die etwa durch Verdampfen gewonnen werden könnten. Sie lassen sich durch Aetzkalk und Magnesiumchlorid oder die bei der Chlorentwicklung übrigbleibende Manganchlorürlösung ziemlich rasch klären und mehr oder weniger entfärben. Die angewendeten Mengen der Klärmittel müssen wegen der Verschiedenheit dieser Schmutzwässer für jeden

¹⁾ W. J. 1883, p. 1187.

²⁾ Frief, Jahresb. d. preuss. Gew.-R. 1888.

Fall ermittelt werden. Im allgemeinen wurden mit dem Nahnsen-Müllerschen Fällungsmittel (p. 336) gute Resultate bei den Abwässern der Papier- etc. Fabriken erzielt; dieselben, vorher stark schlammig und von bläulicher Farbe, lieferten nach der Behandlung mit diesem Präparate ein klares, geruchloses, alkalisch reagierendes Produkt.

Die Abwasser der Sulfitcellulosefabrikation enthalten unter anderem viel schweflige Säure. Diese wird von K. B. Lehmann¹⁾ als unschädlich bezeichnet und ebenso den Abwässern jeder Nachteil abgesprochen; doch dürfte Lehmann mit dieser Ansicht gänzlich allein stehen. Eine Reinigung derselben mit Aetzkalk liefert kein genügendes Resultat, da Calciumsulfit etwas löslich ist, auch ein Ueberschuss des Kalkes, wegen des Zuckergehaltes derselben, in Lösung bleiben würde. H. Frank²⁾ analysierte diese Abwässer und versuchte auf Grund der Resultate:

	In 1 l
Gesamt trockenrückstand	80,0 bis 84,00 g
Davon Calciumoxyd	7,40 g
Schwefelsäure	1,20 „
Schweflige Säure	14,74 „
Chlor	0,07 „
Phosphorsäure	0,05 „
Kieselsäure	0,15 „
Magnesia und Alkalien	0,40 „
Organische Stoffe etc.	53,0 bis 60,00 g

folgende Reinigung:

Zunächst fällt er mittels Kalk, führte dann Schornsteingase durch die abgeklärte Flüssigkeit, deren Kohlensäure- und Luftgehalt dazu dient, allen Kalk auszufällen und Calciumsulfit zu oxydieren. Das Wasser wird danach so rein und klar, dass es unbedenklich in fließende Wässer abgelassen werden kann. Der durch die erste Kalkfällung erhaltene Niederschlag (schwefligsaurer Kalk) wird gereinigt und wieder verarbeitet. Frank gibt an, dass es besser wäre, das gereinigte Wasser zur Berieselung zu verwenden, da jedes Kubikmeter die Aschenbestandteile eines Kubikmeter Holz und noch einen Teil des Stickstoffes desselben enthielte. Der Verdampfungsrückstand des gereinigten Wassers soll 15 bis 18% Traubenzucker enthalten.

Da die Sulfitcellulosefabriken in steter Vermehrung begriffen sind und schon solche bestehen, die täglich 500 cbm Holz verarbeiten, so

¹⁾ Papierzeit. 1893, p. 1924.

²⁾ W. Jahresb. 1887, p. 1177.

würden die Frankschen Vorschläge, auch in pekuniärer Hinsicht, von grosser Bedeutung sein.

Eine eigenartige Beobachtung, die vielleicht für die Reinigung dieser Abwässer von Bedeutung ist, machte E. Bruck ¹⁾. Werden nämlich Laugen oder Abwässer der Sulfitcellulosefabrikation in saurer oder neutraler Beschaffenheit mit Lederleim behandelt, so entsteht eine intensive milchige Abscheidung der Gerbsäureleimverbindung, welche sich beim Umrühren zusammenballt und stark klebt; Knochenleim bester Qualität liefert einen viel weniger unlöslichen und klebenden Niederschlag. Versetzt man die nun farblose und geklärte, gerbstofffreie Flüssigkeit mit Alaun oder Thonerdesulfat, so entsteht nochmals eine Fällung. Dieser Niederschlag klebt gleichfalls, ist aber mehr gummiartig. Beide Ausscheidungen lösen sich nur in alkalischem oder ammoniakalischem Wasser, lassen sich trocknen und pulverisieren. Aus ihrer Beschaffenheit und der Art ihrer Entstehung geht hervor, dass sie in hohem Masse geeignet sind, mechanische Verunreinigungen aus den Abwässern zu entfernen. In der nach beiden Fällungen übrigbleibenden farblosen Flüssigkeit ist nur noch schweflige Säure zu riechen. Neutralisiert man diese mit Kreide-, Barium- oder Magnesiumcarbonat, so ist das Wasser schwach gefärbt und hat jeden Geruch verloren. Die Untersuchung ergab, dass ungefähr der vierte Teil der gesamten organischen Substanz entfernt worden war, was für eine mittlere Fabrik einen Zuwachs von ca. 1800,0 kg in 24 Stunden bedeuten würde. Die gereinigte Flüssigkeit zeigte bei monatelangem Stehen an der Luft keine Schimmelbildung, woraus hervorgeht, dass gerade die schädlichsten, die Gärung am meisten begünstigenden Stoffe durch diese Behandlung beseitigt wurden. Praktische Erfolge scheint diese Beobachtung noch nicht gehabt zu haben.

In dankenswerter Weise hat sich neuerdings F. B. Ahrens unter Mithilfe von E. Klingenstein und P. Schubert der Mühe unterzogen, in der Sache der Reinigung dieser Abwässer eine Reihe eingehender Versuche aufzustellen, die allerdings leider nur neue Beweise für die bedeutende Schwierigkeit dieser Aufgabe geliefert haben. Derselbe schreibt ²⁾: Nur wenigen Betrieben sind ihre Abwässer eine Quelle so grosser und berechtigter Sorgen wie den Cellulosefabriken, die, wenn sie nicht besonders günstig gelegen sind, jeden Augenblick gewärtig sein können, mit den Behörden in Konflikt zu geraten: so manche Fabrik ist

¹⁾ Chem. Zeit. 1892, p. 1782.

²⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1895, p. 41.

ja schon genötigt worden, ihre Thätigkeit einzustellen, weil sie den an die in die Flüsse laufenden Abwässer gestellten Forderungen nicht hat genügen können. Grund genug für die Cellulosefabriken, ihren Ablaugen die volle Aufmerksamkeit zuzuwenden. Dazu kommt noch der hohe Gehalt der Sulfitlaugen an organischen Substanzen, der zur Nutzbarmachung derselben geradezu auffordert. Es weisen denn auch die Fachzeitschriften und Patentlisten die verschiedensten Vorschläge zur Beseitigung und Verwertung der Sulfitlaugen auf; der Lösung harrt die Frage indessen noch heute.

Die Sulfitlauge stellte sich uns als rotbraune, trübe Flüssigkeit von stark saurer Reaktion, eigentümlichem Geruch und dem spez. Gew. $1,0465 = 6,5^{\circ}$ Bé. bei $15,8^{\circ}$ vor; sie war optisch inaktiv. Bei möglichst weit fortgesetztem Eindampfen lässt sie ein zähes, klebriges Gummi zurück. Den Trockengehalt fanden wir zu $9,4\%$, wovon $1,11\%$ sich als Asche und $8,29\%$ als organische Substanz erwiesen. Diese letztere Bestimmung schliesst allerdings einen Fehler ein, den wir sowohl hier wie bei allen folgenden Bestimmungen vernachlässigt haben; die Asche besteht nämlich im wesentlichen aus schwefelsaurem und schwefligsaurem Kalk, die bei der Veraschung teilweise zu Schwefelcalcium reduziert werden; letzteres wird gleichzeitig zerlegt unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff (s. unten), und dieser verbrennt zu Schwefeldioxyd und Wasser. Dieses Schwefeldioxyd, welches sich durch Geruch und Reaktion deutlich verrät, geht für die Asche verloren und wird als organische Substanz in Rechnung gebracht.

Reinigung der Laugen durch Kalk. Die aus den Kochern kommenden Laugen zeigen stark saure Reaktion und enthalten noch bemerkenswerte Mengen von verwertbarer schwefliger Säure; dieselbe wird — zum Teil wenigstens — durch Zusatz einer zum Neutralisieren nicht völlig ausreichenden Menge Kalk als schwefligsaurer Kalk gefällt und kehrt in den Betrieb zurück; durch Rieseln über Kalkstein werden die Laugen dann völlig neutralisiert.

Der auf Kalkzusatz in den Laugen entstehende Niederschlag enthält nun nicht nur anorganische, sondern auch organische Substanz; der Gehalt desselben an letzterer ist abhängig von der Kalkmenge und der Temperatur.

I. Versuchsreihe. Heisse Lauge wurde mit einem durch ein gemessenes Volum Wasser frisch gelöschtem Kalkbrei versetzt, einmal aufgekocht, filtriert und das Filtrat in der Hitze mit Kohlendioxyd neutralisiert. Es ergab:

Laufende Nummer	CaO %	Trocken- gehalt %	Asche %	Organische Substanz %
1	2	8,75	1,80	6,95
2	3	7,48	1,59	5,89
3	4	7,36	1,71	5,65
4	5	7,13	1,56	5,57
5	6	6,86	1,52	5,34
6	7	6,74	1,58	5,16
7	8	6,65	1,54	5,11
8	9	6,61	1,57	5,04
9	10	6,79	1,51	5,28*
10	11	6,54	1,55	4,99
11	12	6,52	1,49	5,03*
12	15	6,31	1,49	4,82
13	20	7,00	1,60	5,40*
14	30	4,99	1,01	3,98

Bei weiterem Zusatze von Kalk nahm die organische Substanz wieder zu. Ebenso ergab sich, dass längeres Kochen mit Kalk einen Teil der niedergerissenen organischen Verbindungen wieder in Lösung bringt, wodurch die mit einem * bezeichneten Resultate ihre Erklärung finden. (Vergl. p. 362.)

II. Versuchsreihe. Mit bestimmtem Volumen Wasser frisch gelöschter Kalk wird zur kalten Lauge gebracht, der Niederschlag abfiltriert und das Filtrat mit Kohlendioxyd neutralisiert:

Laufende Nummer	CaO %	Trocken- gehalt %	Asche %	Organische Substanz %
1	2	6,21	1,11	5,10
2	3	6,19	1,33	4,96
3	4	5,26	1,00	4,26
4	6	5,08	1,04	4,04
5	8	4,96	1,10	3,86
6	10	5,67	1,22	4,45
7	12	5,76	1,23	4,53
8	14	6,26	1,29	4,97

Bei dieser Versuchsanordnung wird das Minimum an organischer Substanz von 3,86% bereits bei einem Zusatze von 8% Kalk erreicht, um dann wieder regelmässig zu steigen.

Durch die Behandlung der Lauge mit Kalk geht ihre hellbraune Farbe in Dunkelrotbraun über; unmittelbar nach der Fällung durch

viel Kalk hellgelbe Laugen werden an der Luft schnell rot bis braun. Die Färbung schlägt beim Ansäuern in Gelb um.

Behandlung der Laugen mit Thonerde. Die vorstehend beschriebenen Versuche hatten ergeben, dass der grösste Teil der in den Sulfitlaugen enthaltenen organischen Substanz durch Kalk gefällt werden kann; man durfte ohne weiteres annehmen, dass eine beträchtliche Menge derselben rein mechanisch niedergerissen wurde, und so versuchten wir, ob diese Menge nicht noch vergrössert werden würde durch Anwendung eines voluminösen Fällungsmittels. Wir verwandten dazu gelatinöse Thonerde, welche wir aus technischem Thonerdenatron durch Kohlendioxyd abschieden. Die kalten Laugen wurden mit Quantitäten Thonerdenatron versetzt, welche 1, 2, 4 etc. Prozent Al_2O_3 entsprachen, und bei gewöhnlicher Temperatur mit Kohlendioxyd saturiert. So wurde gefunden bei

Laufende Nummer	Al_2O_3 %	Trocken- substanz %	Asche %	Organisches %
1	1	9,58	2,06	7,53
2	2 {	9,22	2,18	7,04
3	4	9,38	2,11	7,27
4	5 {	8,53	2,13	6,40
5	6 {	8,2	3,10	5,10
		8,02	3,15	4,87
		10,84	3,96	6,88
		10,89	3,87	7,02

Diese unbefriedigenden Resultate luden nicht zur Fortsetzung dieser Versuche ein.

Trockene Destillation des Abdampfrückstandes. Es wurde bereits erwähnt, dass die Laugen beim Eindampfen einen halbfesten, zähen, gummösen Rückstand hinterlassen; im Gegensatze dazu lassen sie sich nach der Behandlung mit Kalk zu einer festen, spröden, zerreiblichen Masse eintrocknen. Von derselben wurde der Gehalt an Asche und an Gesamtschwefel bestimmt. Da der letztere teilweise in organischer Verbindung sein konnte, so wurde zu seiner Bestimmung die Substanz mit rauchender Salpetersäure längere Zeit im Einschmelzrohr auf 200° erhitzt. Dabei wurde stets die Bildung sehr erheblicher Mengen von flüssigem Stickstofftrioxyd beobachtet, welches in tiefblauen Tropfen in dem Reaktionsprodukte schwamm. Der schon dadurch angezeigte hohe Druck im Innern der Röhre machte eine besondere Vorsicht beim Oeffnen erforderlich. Eine in die Augen

springende Mahnung zur Vorsicht erhielten wir durch einen Versuch, bei welchem das Rohr im Schiessofen explodierte; dabei wurde das schwere eiserne Umhüllungsrohr aus dem Ofen geschleudert, durchschlug eine dicke Schutzscheibe, flog noch etwa 2 m und schlug mit solcher Gewalt in den Boden, dass derselbe die augenfälligsten Spuren davon zeigte.

10 l Lauge wurden mit 138 g CaO gekocht und filtriert; an trockenem Eindampfrückstand wurden 835 g erhalten. Die Analyse desselben ergab:

22,37 % Asche; 6,45 % Gesamtschwefel

14,4 % Schwefel, davon 13,4 % als
SO₃, und 58,5 % CaO.

Dieser eingetrocknete Rückstand wurde der trockenen Destillation unterworfen; dabei entwichen grosse Mengen Gas, welches zum sehr beträchtlichen Teile aus Schwefelwasserstoff bestand, dessen Bildung durch Reduktion der schweflig- und schwefelsauren Salze durch die sich zersetzende organische Substanz leicht erklärlich ist. Es destillierte eine wässrige, penetrant riechende Flüssigkeit, aus welcher sich beim Stehen Schwefel ausschied, und es hinterblieb in der Retorte eine schwarze Kohle. Das Destillat war sauer; es wurden in demselben aufgefunden: Essigsäure, Aceton, Mercaptan und ein widerlich riechendes schwefelhaltiges Oel — die beiden letzteren wohl als Produkt sekundärer Reaktion zwischen Schwefelwasserstoff u. s. w. und Methylalkohol — und geringe Mengen stickstoffhaltiger Basen.

Die rückständige Kohle enthielt 33,6 % Asche und 4,37 % Gesamtschwefel; die Asche enthielt 71,6 % CaO und 13,7 % Schwefel, wovon 12,5 % als SO₃. Ganz ähnliche Resultate ergab die trockene Destillation des Kalkniederschlages.

Osmotische Versuche. Die folgenden Diffusionsversuche wurden in gewöhnlicher Weise ausgeführt. In der Zelle befanden sich 10 l Lauge, ausserhalb derselben 10 l Wasser; anfänglich wurde nach jeder Stunde Probe genommen, doch erwies sich das schnell als überflüssig. Das umgebende Wasser nahm eine immer tiefer werdende gelbe Farbe und einen sauren und bitteren Geschmack an; es war ohne Einwirkung auf den polarisierten Lichtstrahl. Wir fanden:

Nach Tagen	Trocken- gehalt %	Asche %	Organisches %
1	1,95	0,33	1,62
2	2,46	0,49	1,97
3	2,98	0,52	2,46
5	3,95	0,63	3,32
7	4,10	0,67	3,43
8	4,38	0,70	3,68
10	4,44	0,71	3,71

Die diffundierte Lauge hatte nach 10 Tagen das spez. Gew. 1,020.

Versuche, welche mit den Laugen im Osmosewendeapparate gemacht wurden, blieben trotz der verschiedensten Variationen der Arbeitsbedingungen ohne jeden nennenswerten Erfolg.

Elektrolytische Versuche. In einem Vorversuche wurde eine mit Kalk gefällte und mit Kohlendioxyd neutralisierte Lauge der Elektrolyse unterworfen; als Elektroden dienten Bleiplatten. Nach etwa zweistündiger Einwirkung des Stromes dreier grosser Bunsen-elemente auf die auf 80° gehaltene Lauge hatte sich ein bedeutender schlammiger Niederschlag abgeschieden; Hand in Hand damit hatte sich eine Aufhellung der Lauge in Hellgelb vollzogen; in der Lösung befand sich Blei in erheblicher Menge.

Ein quantitativ durchgeführter Versuch ergab folgendes Resultat: Zur Elektrolyse gelangte eine Lauge, welche mit 3% Kalk in der Kälte gefällt und heiss mit Kohlendioxyd neutralisiert war; sie war dunkelrotbraun gefärbt und enthielt 6,19% Trockensubstanz, 1,33% Asche und 4,86% Organisches. Die Bleiplatten hatten 15 qcm wirk-same Oberfläche und waren voneinander 3 cm entfernt. Als Strom-quelle dienten zwei auf Spannung geschaltete Accumulatoren von 5 Ampère Entladungsstärke. Die Einwirkung des Stromes währte 110 Minuten. Nach Ausfällung des Bleies durch Schwefelwasserstoff zeigte die Flüssigkeit, die selbstverständlich auf das ursprüngliche Volum gebracht war, 4,42% Trockensubstanz, 1,07% Asche und 3,35% Organisches. Der Versuch ergab zweifellos eine starke Ab-nahme der organischen Substanz. Er liess aber unentschieden, welcher Anteil dem elektrischen Strom als solchem und welcher dem durch denselben aufgelösten Blei zukam. Es wurde daher ein neuer Ver-such mit Platinelektroden ausgeführt. Die Bedingungen (Plattengrösse, Stromstärke, Spannung u. dergl.) waren dieselben wie vorher. Zur Elektrolyse gelangte eine mit 5% Kalk heiss gefällte und mit Kohlen-

dioxyd neutralisierte Lauge, welche 7,13 % Trockensubstanz und davon 1,56 % Asche und 5,57 % Organisches enthielt. Die Versuchsdauer betrug 120 Minuten. Es hatte sich nur ein geringer Niederschlag abgeschieden, während die Flüssigkeit fast schwarz geworden war. Dieselbe ergab bei der Analyse 6,35 % Trockensubstanz, wovon 1,5 % Asche und 4,85 % Organisches war.

Dadurch war festgestellt, dass bei Anwendung von Bleielektroden der reinigende Effekt zum Teil dem Blei zuzuschreiben ist, dass aber auch der elektrische Strom als solcher unter den beschriebenen Versuchsbedingungen eine Herabsetzung der organischen Substanz bewirkt.

Noch wünschten wir zu erfahren, ob stärkere und hochgespannte Ströme in dieser Beziehung wirksamer sein würden. Es kamen zur Verwendung der Strom einer Dynamomaschine von 70 Volts und 10 Ampère und von 106 Volts und 19 Ampère. Als Elektroden dienten Blei bzw. Zinkplatten. Zur Elektrolyse gelangten Laugen, welche in der Kälte mit 3 % Kalk versetzt, filtriert und mit Kohlendioxyd neutralisiert waren, welche daher nach früheren Versuchen (s. oben) 4,96 % Organisches enthielten.

Es schied sich während des Versuches kein nennenswerter Niederschlag aus; die Flüssigkeit erwärmte sich sehr stark.

Die Analyse ergab Prozenzte:

Trockensubstanz	Blei	Asche	Organisches
6,50	0,23	1,27	5,00
Trockensubstanz	Zink	Asche	Organisches
6,51	0,15	1,48	4,98

Ströme von hoher Spannung erwiesen sich demnach als gänzlich wirkungslos.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass bei der Gewinnung der Cellulose aus Holz sich der Prozess mitunter anormal in die Länge zieht; der Grund dafür ist nicht bekannt. Wir waren der Ansicht, dass vielleicht der aus den Laugen durch Kalkfällung gewonnene, in den Betrieb zurückkehrende schwefligsaure Kalk den Kochprozess ungünstig beeinflussen könnte, und suchten eine experimentelle Bestätigung dafür zu erlangen.

Der Prozess der Einwirkung des Calciumbisulfits auf das Holz ist, mindestens zum Teil, ein Reduktionsprozess, wie die Bildung von Schwefelsäure in den Kochern beweist; es fragt sich nun, ob die Reduktion bis zu Endprodukten geführt wird, auf welche schweflige Säure keinen Einfluss mehr übt. Ist das der Fall, so würde die bei

der Kalkfällung mit niedergerissene organische Substanz, die also auch wieder mit der regenerierten Bisulfitlauge in die Kocher gelangt, nur einen indifferenten Ballast darstellen. Im entgegengesetzten Falle aber würde dieselbe sich von neuem an der Reaktion beteiligen, und zwar zuerst, da sie sich bereits in Lösung, also, den Holzbestandteilen gegenüber, in sehr vorteilhaftem Zustande befindet, so dass die Bisulfitlauge bereits verdünnt wäre, bevor sie recht auf das Holz einwirkte. Darin könnte man dann wohl eine Erklärung für eine übermässig lange Kochdauer finden.

Wir führten den Versuch so aus, dass wir den durch Fällung der Laugen mit 3 % Kalk gewonnenen und abgepressten Niederschlag mit Wasser anrührten und so lange Schwefeldioxyd einleiteten, bis die Lösung stark danach roch.

In Einschmelzröhren wurde dann einige Stunden auf 125° bis 130° erhitzt. In allen Fällen konnten wir eine beträchtliche Neubildung von Schwefelsäure konstatieren, deren Menge je nach der Sättigung mit SO_2 und der Dauer des Erhitzens erheblich variierte. Als Minimum fanden wir auf 100 g trockenen Niederschlag eine Zunahme an H_2SO_4 von 2,6 g, als Maximum eine solche von 5,9 g.

Die hieraus sich von selbst aufdrängenden Schlüsse bedürfen keiner Erörterung.

Stärkefabriken.

Die Abwässer der Stärkefabriken enthalten alle diejenigen Stoffe der stärkehaltigen Rohstoffe (Kartoffeln, Weizen, Reis), welche in Wasser löslich sind und bei der Absonderung der Stärkekörner an dasselbe abgegeben werden; dazu gehören lösliche Stickstoffverbindungen (Eiweiss), Gummi, Zucker; von Mineralstoffen vorwiegend Kali und Phosphorsäure, unter Umständen die zum Einweichen benützte Säure oder Sodalaug. Bezüglich der Verunreinigung der Flüsse und schädlichen Wirkungen dieser Abwässer gilt dasselbe wie von städtischen und anderen fauligen und fäulnisfähigen Abgängen: die Belästigungen sind zuweilen so gross gewesen, dass die betreffenden Fabriken geschlossen werden mussten. Die zweckmässigste Reinigung dieser Abwässer ist unzweifelhaft die Berieselung¹⁾.

Ein sehr instruktives Beispiel lieferte die Reisstärkefabrik Salz-
uflen, eine der grössten in Deutschland. Im 5. Band, Heft 2 und 3 der Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte befindet sich ein Gutachten von Regierungsrat Renk über die Verunreinigung der Werre

¹⁾ J. König, p. 238.

Bezeichnung der Probe	Zeit der Entnahme 1887	Unter- sucht von	In einem Liter								
			Sus- pen- dierte Stoffe	Rück- stand	Glüh- verlust	Chamä- leon- verbrauch	Chlor	Schwefel- säure	Salpeter- säure	Am- mon	Kalk
			Milligramm								
1. Abwasser d. Stärkefabr.	15. März	K.	225	1 065	176	409	284	279	—	—	112
2. " "	15. April	"	127	2 775	1 242	3 200	383	219	—	—	109
3. " "	28. Juni	G. A.	70	2 175	375	109	604	200	—	0,7	115
4. Abwasser d. Pappfabr.	15. März	P.	357	1 128	330	445	75	301	—	—	264
5. " "	15. April	"	—	2 375	538	532	731	216	—	—	241
6. " "	15. März	K.	593	984	302	589	71	239	—	—	253
7. " "	15. April	"	362	1 964	416	800	596	233	—	—	289
8. " "	13. Juli	G. A.	500	952	360	202	80	134	—	—	200
9. Abwasser d. Sodafabrik	15. März	K.	—	109 550	—	—	63 900	700	—	—	25 520
10. " "	15. April	"	—	118 690	—	—	70 290	570	—	—	22 860
11. Abfluss der Klärbecken	15. März	P.	0	4 429	660	456	1 549	248	Spur	—	871
12. " "	"	K.	0	4 556	614	846	1 783	242	14	—	959
13. " "	15. Februar	G. A.	337	4 092	577	168	1 810	229	0	vorh.	564
14. " "	11. Juni	"	13	4 315	783	580	1 570	247	0	1,3	612
15. " "	28. Juni	"	0	4 517	665	150	1 720	277	0	3,3	710
16. Desgl. vor dem Sieben	13. Juli	"	0	4 145	840	471	1 354	280	0	2,5	480
17. Desgl. nach dem Sieben	13. Juli	"	0	4 105	1 150	440	1 380	231	0	1,5	480

Ort der Entnahme	Zeit der Entnahme 1887	Unter- sucht von	Rück- stand bei 110°	Milligramm						Zahl der entwicke- lungsfähigen Keime in 1 ccm Wasser		
				Glühverlust	Chamäleon- verbrauch zur Oxydation	Chlor	Schwefel- säure	Salpeter- säure	Ammon		Kalk	
Salze oberhalb der Fabrik	April	G. A.	1 052	—	7,3	340	—	0	Spur	—	—	8 540 bis 10 080
" " "	Juni	" P.	1 135	172	3,4	402	80	Spur	"	139	—	—
" " "	März	" "	869	106	3,5	252	105	0	0	126	—	—
" " "	April	" K.	995	182	5,0	319	111	—	0	131	—	—
" " "	März	" "	—	—	12,0	252	68	13,5	—	141	1 100	—
" " "	April	" G. A.	1 009	74	13,6	312	114	20,9	—	141	90 000	—
Salze unterhalb der Fabrik	Juni	" "	1 002	187	3,1	340	89	0	Spur	139	—	13 250 bis 14 400
" " "	Juli	" "	1 140	142	4,4	394	114	Spur	"	144	—	—
" " "	Juni	" "	497	130	4,4	88	74	Spur	"	115	7 040 bis 9 400	—
Alte Bega	13. Juli	" "	457	145	5,7	58	75	0	0	104	12 000 bis 15 000	—
Bega oberhalb der Fabrik	21. Juli	" "	438	131	10,1	60	—	0	2,2	108	—	—
" " "	15. März	" P.	403	87	7,6	41	72	0	Spur	90	—	—
" " "	15. April	" K.	376	93	8,3	39	66	0	"	97	—	—
" " "	15. März	" "	414	66	13,6	49	102	11,6	—	111	2 800	—
" " "	15. April	" G. A.	331	47	12,8	39	65	18,3	—	104	3 400	—
Bega unterhalb der Fabrik	15. April	" "	519	137	6,7	82	79	0	0	112	13 500 bis 15 800	—
Werre oberh. d. Begamündung	13. Juli	" "	435	122	4,7	50	68	0	0	136	2 700 bis 3 500	—
" unterh. "	"	" "	597	125	5,2	130	73	0	Spur	140	—	—
" vor Herford	28. Juni	" "	567	142	4,1	106	72	0	"	123	27 200 bis 29 750	—
" in "	27. Juni	" "	722	165	5,4	178	84	0	1,7	155	—	—
" vor "	"	" "	567	242	3,9	116	75	0	Spur	130	150 000 bis 176 000	—
" in "	2. Juli	" "	562	137	4,4	114	66	0	"	131	—	—
" oberhalb Salzuflen	"	" "	552	137	4,1	114	68	0	"	123	—	—
" vor Herford	15. März	" P.	423	97	5,8	44	74	0	"	129	—	—
" oberhalb Salzuflen	"	" K.	598	117	5,8	126	79	0	"	127	12 500 bis 13 860	—
" vor Herford	"	" "	428	54	15,6	46	70	11,6	—	137	9 000 bis 9 800	—
" "	"	" "	598	63	15,2	135	77	16,2	—	136	—	—

bei Herford durch die Abwässer dieser Fabrik, worin die wichtigsten Ergebnisse des an den Staatssekretär des Innern erstatteten Berichtes zusammengestellt sind. Die Fabrik liegt in einem von zwei Flüssen gebildeten Winkel, zwischen der Salze und Bega, in welche die Abwässer abgelassen wurden. In kurzer Entfernung von der Fabrik mündet dann die Bega in die Werre, welche etwa 9 km unterhalb Salzuflen die Stadt Herford durchfließt. Letztere beschwerte sich darüber, dass das Wasser der Werre weder zum Baden, noch zum Bleichen oder Viehtränken verwendbar sei, und die Schlammablagerungen einen unerträglichen Gestank verbreiteten. Die Salze führt bei mittlerem Wasserstande in der Sekunde 0,58 cbm, die Bega etwa 1,5 cbm, die Werre oberhalb der Begamündung 3,5 cbm Wasser. Die vom Gesundheitsamt, von Chemiker Poppe in Bielefeld und von Professor König ausgeführten Analysen ergaben: (s. Tabelle p. 356.)

Die sogenannte alte Bega (Nr. 11), welche bei der Fabrik in die Salze fließt, führt dieser das Kondensationswasser der Dampfmaschine zu.

Die in dieser Tabelle enthaltenen Versuchsergebnisse können nicht als durchweg gleichwertig angesehen werden. Die Zahlen, welche Prof. Dr. König für einzelne Stoffe, z. B. Glühverlust, Chamäleonverbrauch, Salpetersäure, fand, weichen von den Zahlen des Chemikers Poppe, obwohl beide Sachverständige ihre Proben am gleichen Tage entnommen hatten, soweit ab, dass wenigstens bezüglich dieser Stoffe ein Vergleich der beiderseitigen Resultate kaum möglich ist.

Für die weitere Beurteilung wurden daher nur die Analysen 1 und 8, 2 und 9 bzw. 11 verwertet. Die Untersuchung des Wassers der Bega oberhalb und unterhalb der Fabrik (12 bis 20), der Werre oberhalb und unterhalb der Begamündung (21 bis 27) bis Herford (28 bis 30, 33 und 35) gab die in Tabelle p. 357 zusammengestellten Ergebnisse (im Auszuge; Milligramm im Liter).

Nach den Analysen 12 bis 20 gelangt der Bericht zu dem Resultat:

„Dass die Fabrikwässer unbestreitbar einen Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers sowie auch des Bettes der Bega ausüben. Derselbe kommt hauptsächlich in der Erhöhung der Menge der gelösten Stoffe, speziell der organischen Substanzen und des Chlors, sowie bezüglich des Flussbettes in der Ablagerung von Schlamm und der Entwicklung von niederen Organismen (Beggiatoa) zum Ausdruck.“

Und bezüglich der Werre:

„Hält man übrigens das Ergebnis der äusseren Besichtigung des Werreflusses und die Resultate der Untersuchungen über den Einfluss

der Fabrikabwässer auf die Salze und Bega mit dem Resultate der chemischen Untersuchung des Werrewassers zusammen, so kann man nicht im Zweifel bleiben, dass ausser dem hohen Salzgehalte der Salze auch die Fabrikabwässer einen Einfluss auf die Beschaffenheit des Werreflusses ausüben. Da sich nach Einmündung der Bega wesentlich nur eine Erhöhung des Rückstandes und des Chlorgehaltes im Wasser der Werre, wie solche durch das Hinzukommen des Salzwassers allein erklärt werden kann, und keine solche für die organischen Substanzen ergeben hat, ist man sogar zu der Annahme gezwungen, dass durch die Vereinigung von Werre und Bega, wenn letztere nicht durch Fabrikabwässer verunreinigt wäre, das Wasser der Werre infolge der Verdünnung mit reinerem Wasser selbst reiner geworden sein müsste, dass also z. B. der Glühverlust und Chamäleonverbrauch eine entschiedene Abnahme hätten erfahren müssen. Das Ausschlaggebende bleibt daher immer der makroskopische Befund. Salze und Bega führten oberhalb der Fabrik reines Wasser; wenigstens war in beiden sandiger Grund zu sehen. Von der Einmündung der Fabrikabwässer veränderte sich die Beschaffenheit des Grundes und die Klarheit des Wassers, und das Gleiche wurde in der ebenfalls vorher viel reiner aussehenden Werre unterhalb der Einmündung der Bega beobachtet.

Es kann daher der Anschauung des früheren Referenten nur beigespflichtet werden, wenn er es ablehnte, nur an der Hand chemischer Analysen ein endgültiges Urteil in der bestehenden Streitfrage abzugeben.“

Bei Besprechung der durch die Verunreinigung des Werrewassers begründeten sanitären Missstände und Gefahren wird hervorgehoben, dass nach Zeugenaussagen die Fabrik zeitweilig grössere Mengen ungereinigtes Wasser abfliessen lasse. Besonders beachtenswert sind dann folgende Schlüsse:

„Dauert die Verunreinigung des Flusses mit Schmutzwässern längere Zeit an, so werden die Anwohner im Gebrauche des Wassers für häusliche Zwecke behindert, das Baden wird unmöglich gemacht, gewisse Gewerbe, welche ihren Wasserbedarf aus dem Flusse befriedigen, z. B. die Bleichereien, Färbereien u. dergl., werden geschädigt. Endlich entstehen Ablagerungen schmutzig aussehender Massen im Flussbette und an den Ufern, besonders an Stellen mit verlangsamter Strömung. Werden diese Stellen zeitweise freigelegt, so zersetzen sich die abgelagerten Schlamm Massen an der Luft und verderben diese durch Entwicklung übler Gerüche; dies kann unter Umständen soweit gehen, wie es in Herford im Jahre 1885 der Fall war, dass die

Anwohner verhindert werden, ihre Fenster zu öffnen. Dadurch wird besonders im Sommer die Ventilation der Wohnräume sehr vermindert. Es musste damals sogar wegen des üblen Geruches der Werre eine Schule geschlossen werden.

Als ein sanitärer Nachteil ist es ferner anzusehen, wenn Oertlichkeiten, welche zum Aufenthalt in freier Luft dienen sollen, wie Gärten, öffentliche Plätze, durch die üblen Gerüche so verpestet werden, dass der Aufenthalt daselbst unmöglich wird.

Ganz besonders muss sich die Entwicklung stinkender Gase, wie dies auch thatsächlich der Fall war, in den Räumen von Mühlen bemerklich machen, wenn solche an einem hochgradig verunreinigten Wasserlaufe liegen und dessen Kraft als Motor benützen. Der vom Wasser mitgebrachte Schlamm bleibt zum Teil an den Mühlrädern hängen, verspritzt wohl auch in deren Umgebung und verpestet alsdann die Luft. Dies kann so arg werden, dass der Aufenthalt in solchen Räumen fast zur Unmöglichkeit wird und Personen, welche gezwungen sind, dort zeitweise sich aufzuhalten, erkranken. Es kann sich hierbei jedoch nur um leichte Formen von Unwohlsein, bedingt durch die Einatmung von Schwefelwasserstoff, handeln, die durch die Rückkehr an die frische Luft bald behoben werden. Eine spezifische Erkrankung, z. B. an typhösem Fieber oder Wechselfieber, auf die Einwirkung der übelriechenden Gase zurückzuführen, muss bei dem heutigen Stande der Krankheitsätiologie zum mindesten als sehr gewagt bezeichnet werden; dass aus den schmutzigen Abwässern von Fabriken die spezifischen pathogenen Pilze von Wechselfieber und Typhus entstehen sollten, kann nicht angenommen werden.“

Das Abwasser der Stärkefabrik und der dazu gehörenden Pappfabrik und Ammoniaksodafabrik, dessen Zusammensetzung folgende Analysen (p. 364) zeigen, wurden gemeinschaftlich mit dem Abwasser der Arbeiterwohnungen durch Zusatz von Kieserit und Kalkmilch gereinigt; nach dem Absetzen floss das Wasser noch über Reisigbündel und Metallgitter, um ozonisiert zu werden. Wie die Analysen (11 bis 17) des so gereinigten Wassers ergeben, wurden die schwebenden Teile — welche als besonders bedenklich bezeichnet werden — in der Regel völlig entfernt. Die Analysen 16 und 17 zeigen, dass das Lüften des Abwassers durch Ueberrieseln über die Metallsiebe wirkungslos ist.

Zum Schluss werden folgende Forderungen gestellt:

1. Die Abwässer der Fabrik dürfen nie ungereinigt in die Flussläufe abgelassen werden; eine Ausnahme kann nur bezüglich des in

die Salze durch Vermittelung der alten Bega eingeleiteten Kondenswassers und bezüglich des bei grossen Regengüssen fallenden Regenwassers gemacht werden.

2. Die Auswahl der Reinigungsart kann der Fabrik überlassen bleiben; unter allen Umständen aber hat dieselbe mindestens ebensoviel zu leisten, als die gegenwärtig angewendete Methode bei zweckentsprechenden Einrichtungen und bei regelrechtem Betriebe zu leisten vermag.

3. An Stelle der bestehenden, als Klärbecken dienenden Gruben sind regelrechte gemauerte Klärbassins zu errichten, genügend gross, um die ganze Menge der Abwässer zu klären.

4. Bei diesen Klärbassins sind technische Vorkehrungen zu treffen, welche es ermöglichen, dieselben im Bedarfsfalle zu entleeren, ohne dem Flusse grössere Mengen Schlamm zuzuführen. Diese Vorrichtungen müssen einer behördlichen Controle zugänglich sein.

5. Die jetzt bestehenden unterirdischen Ablasskanäle der Klärbassins sind zu beseitigen.

6. Die Gradierwerke und Metallgitter sind als wirkungslos zu beseitigen oder durch wirksamere derartige Apparate zu ersetzen.

7. Der sogenannte alte Kanal auf dem rechten Begaufer ist so umzubauen, dass ein Ausfliessen ungereinigter Abwässer aus der Stärkefabrik nicht mehr möglich ist und nur bei Regengüssen überschüssiges Regenwasser abfliessen kann.

8. Die Rieselfelder sind als in ihrer gegenwärtigen Form ungeeignet aufzugeben.

Schliesslich wird noch eine wirksame Controle bei Ausführung der vorgeschlagenen Aenderungen und auch beim weiteren Betriebe verlangt.

Dieses Gutachten verursachte zunächst eine lebhafte Kontroverse zwischen dem Gutachter und dem Chemiker der Fabrik, worin dieser das letzte Wort behielt; auf die lesenswerten Ausführungen beider sei hiemit zum vollen Verständnisse des so viel Aufsehen verursachenden Prozesses hingewiesen ¹⁾.

F. Fischer ²⁾ äussert dazu:

„Dass dieses Gutachten sachgemäss begründet wäre, wird wohl kein Fachmann behaupten. Wie wenig zulässig es ist, den oberflächlichen ‚makroskopischen Befund‘ als das Ausschlaggebende zu bezeichnen, bestätigt das Gutachten des algenkundigen Professors Buchenau.“

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, p. 191, 255, 620, 672.

²⁾ Das Wasser, p. 154.

Auf dieses äusserst interessante Schriftstück kann hier ebenfalls nur hingewiesen werden.

Die Reinigung dieser Abwässer wurde anfangs mit Kalk und Wasserglas, dann längere Zeit nacheinander mit Kalk und Eisenvitriol, Kalk und Kieserit, Kalk und Thonerdesulfat, schliesslich mit Kalk allein ausgeführt. Alle Beobachtungen ergaben, dass mit Kalk allein genau soviel erreicht wird wie mit Kalk und den Zusätzen; diese Erfahrung ist auch anderswo, bei Abwässern von Zuckerfabriken u. dergl., gemacht worden; bei manchen mag aber wohl ein Zusatz erforderlich sein. Die Wirkung des Kalkes ist zugleich chemisch und mechanisch, indem er mit verschiedenen gelösten organischen und anorganischen Substanzen unlösliche Verbindungen bildet oder dieselben aus ihren Verbindungen ausfällt. Diese Abscheidungen wirken dann klärend auf das Wasser, da sie suspendierte Stoffe mitreissen. Nur wenn der Kalk keine klärenden Ausscheidungen verursacht, sind Zusätze nötig. Diese, Eisensulfat, Thonerdesulfat etc., wirken aber auch nur mechanisch, wenigstens nur ausnahmsweise chemisch. Durch diese Art der Reinigung wurden durchschnittlich 29 % sämtlicher und 18 % der gelösten organischen Stoffe entfernt; danach trifft hier die vielfach aufgestellte Behauptung, der Kalk vermehre die gelösten organischen Substanzen, nicht zu. In dem mit Kalk gereinigten Wasser entwickelt sich eine verhältnismässig geringfügige Gärung, die von Vorteil ist. Das geklärte Wasser verbleibt so lange in den Sammelteichen, bis es fast neutral ist, also den grössten Teil des Kalkes, wovon ungefähr 200 mg im Liter vorhanden waren, verloren hat. Ausserdem wird noch die Berieselung zur Abwasserreinigung dieser Fabrik benützt, welche nach jeder Richtung hin die vorteilhafteste ist. Sie entfernt die organischen Stoffe am gründlichsten und verursacht nur geringe Kosten, dabei wird auch der im Abwasser enthaltene Dungstoff wenigstens teilweise ausgenützt. Die Erfolge damit waren so bedeutend, dass seit 1885, wo 12 ha Fläche berieselt wurden, bis 1890 etwa 50 ha in Gebrauch genommen sind. Die Feststellung der Wirkung der Berieselung ist sehr schwierig. Längere Zeit hindurch genommene Proben ergaben, dass etwa 50 % der organischen Gesamtsubstanzen entfernt waren. Infolge der durch Verdunstung bewirkten Konzentration erscheint diese Zahl übrigens noch kleiner als sie ist, was schon daraus hervorgeht, dass die anorganischen Stoffe um etwa 20 % vermehrt sind¹⁾.

Bei der oben besprochenen Wirkung des Kalkes auf die organi-

¹⁾ Zeitschr. f. angew. Chem. 1894, S. 232. Schreib, Abwasserreinigung.

schen Stoffe ist die Frage offen gelassen, wie sich diese Wirkung im einzelnen zeigt. Es wäre ja möglich, dass der Kalk einerseits gewisse organische suspendierte Stoffe löslich macht, andererseits in Lösung befindliche ausfällt. Ueberstiege die Menge der ausgefällten die der löslich gemachten, so wäre das Resultat immer noch gut.

Da der ganze Vorgang der chemisch-mechanischen Reinigung mittels Kalk so sehr einfach ist, so musste es möglich sein, durch Versuche im kleinen diese Frage zu entscheiden. Diese wurden so ausgeführt, dass das mit Aetzkalk in grossem Ueberschusse versetzte Abwasser etwa drei Stunden unter häufigem Umrühren bei etwa 25° C. stehen blieb. In der Praxis ist meist eine Stunde zur Abklärung erforderlich und die Temperatur niedriger, so dass die Versuchsbedingungen für eine lösende Wirkung des Kalkes günstig waren.

Die Tabelle S. 364 zeigt die Gesamtwirkung der Reinigung, welche in allen Fällen die gelösten organischen Stoffe vermindert hat. Wie erwähnt, könnte ja die Wirkung des Kalkes doppelt sein, teils fällend, teils lösend. Um dieses festzustellen, wurde bei allen Versuchen auch das filtrierte Abwasser mit Kalk behandelt.

Die Tabelle S. 365 enthält die Resultate der Untersuchung dieser Proben. Aus denselben geht hervor, dass fast immer in dem direkt gereinigten Abwasser mehr organische Substanz gefunden wurde, als in dem filtrierten. Dadurch ist bewiesen, dass der Kalk einen Teil der suspendierten organischen Stoffe in Lösung bringt. Es ist also bei diesen Versuchen durchschnittlich ein höherer Reinigungseffekt erzielt, wenn die Abwässer nach der Filtration mit Kalk behandelt wurden; in der Praxis würden wohl ähnliche Erfolge zu erwarten sein; im allgemeinen ist aber Filtration vor der Reinigung nicht zu empfehlen, da die Kosten nicht im Verhältnisse zu den damit gewonnenen Vorteilen stehen würden. —

Eine andere Stärkefabrik, welche stündlich 40 bis 45 hk Kartoffeln verarbeitete und dazu 70 bis 80 cbm Wasser brauchte, leitete ihre Abwässer aus der Kartoffelwäsche und einen Teil der eiweisshaltigen Fruchtwässer auf 20 ha Wiesenfläche. Der grösste Teil dieses Fruchtwassers wurde auf eine andere, etwa 100 ha grosse Fläche geführt. Infolge dieser Berieselung lieferten die Wiesen etwa viermal soviel und besseres Gras als früher¹⁾.

¹⁾ J. d. preuss. Gewerber. 1889. Zeitschr. f. angew. Chem. 1890, p. 502.

Art des Abwassers	Gehalt an organischen Stoffen Milligramm im Liter			Die Reinigung hatte also entfernt organische Stoffe Milligramm im Liter			Gehalt an CaO
	Sus- pen- diert	Ge- löst	Ge- samt	Sus- pen- diert	Ge- löst	Ge- samt	
Stärkefabrikwasser.							
1. Ungereinigt	320	930	1250	320	95	415	224
Gereinigt	0	835	835				
2. Ungereinigt	610	710	1320	610	170	780	504
Gereinigt	0	540	540				
3. Ungereinigt	975	520	1495	975	95	1070	470
Gereinigt	0	425	425				
4. Ungereinigt	245	555	800	245	30	275	644
Gereinigt	0	525	525				
Pappfabrikabwasser.							
5. Ungereinigt	145	615	760	145	105	250	214
Gereinigt	0	510	510				
6. Ungereinigt	180	240	420	180	128	308	—
Gereinigt	0	112	112				
7. Ungereinigt	155	435	590	155	155	310	225
Gereinigt	0	280	280				
8. Ungereinigt	200	310	510	200	75	275	574
Gereinigt	0	235	235				
Gemischte Abwässer einer Stärke- u. Pappen- fabrik nebst Arbeiter- kaserne.							
9. Ungereinigt	235	595	830	235	60	295	658
Gereinigt	0	535	535				
10. Ungereinigt	180	780	960	180	80	260	714
Gereinigt	0	700	700				
11. Ungereinigt	145	775	920	145	170	315	1036
Gereinigt	0	605	605				
Städtisches Abwasser.							
12. Ungereinigt	1165	160	1325	1165	30	1195	280
Gereinigt	0	130	130				
13. Ungereinigt	220	215	435	220	40	260	—
Gereinigt	0	175	175				
Künstlich hergestellte Spüljauche ¹⁾ .							
14. Ungereinigt	3020	575	3595	3020	190	3210	308
Gereinigt	0	385	385				
15. Ungereinigt	550	1050	1600	550	305	855	—
Gereinigt	0	745	745				
16. Ungereinigt	270	985	1255	270	160	430	358
Gereinigt	0	825	825				

¹⁾ Hergestellt durch Vermischung von Küchen- und Spülwasser, Fabrik-
wasser und Abortsjauche.

Art des Abwassers	Abwasser durch Filtration gereinigt		Abwasser in un- filtriertem Zu- stande durch Kalk gereinigt		Abwasser in filtriertem Zustande durch Kalk gereinigt		Das zuerst fil- trierte u. dann durch Kalk gereinigte Ab- wasser enthielt gegenüber dem in unfiltriertem Zustande gerei- nigten Abwasser	
	Glüh- verlust	Sauer- stoffver- brauch	Glüh- verlust	Sauer- stoffver- brauch	Glüh- verlust	Sauer- stoffver- brauch	Glüh- verlust	Sauer- stoffver- brauch
1. Stärkefabrik-Abw. .	930	289	835	284	785	267	— 50	— 17
2. " "	710	243	540	217	495	211	— 45	— 6
3. " "	520	185	425	160	415	—	— 10	—
4. " "	555	249	525	224	545	224	+ 20	± 0
5. Pappfabrik-Abw. .	615	209	510	214	—	217	—	+ 3
6. " "	240	58	112	36	87	35	— 25	— 1
7. " "	435	179	280	137	275	118	— 5	— 19
8. " "	310	118	235	96	240	97	+ 5	+ 1
9. Gemischtes Abwasser	595	270	535	262	525	249	— 10	— 13
10. " "	340	269	295	169	233	117	— 62	— 52
11. *) " "	—	—	—	—	—	—	—	—
12. Städt. Abwasser .	160	—	130	—	115	—	— 15	—
13. " "	215	70	175	45	170	38	— 5	— 7
14. Künstl. Spüljauche	575	221	385	118	430	119	+ 45	+ 1
15. " "	1050	378	745	172	685	157	— 60	— 15
16. " "	985	435	825	308	747	314	— 78	+ 6

*) Fehlt im Original.

Farbenfabriken und Färbereien.

Diese beiden, voneinander völlig abhängigen Industrien liefern Abwässer, welche zunächst die gleichen äusseren Merkmale: wechselnde, mehr oder weniger lebhaft oder schmutzige Färbung, tragen, aber auch sonst im grossen und ganzen von ähnlicher Beschaffenheit sind und daher zusammengefasst werden können. Weder die in den Betrieben der Farbenfabriken produzierten, noch die von den Färbereien und Zeugdruckereien verwendeten Farbstofflösungen werden völlig erschöpft, ebensowenig die Beizflüssigkeiten. Aus den Fabriken kommen dann vorzugsweise die wertlosen Nebenprodukte dazu, die zwar „Farben“, aber nicht „Farbstoffe“ sind, und mannigfaltige organische und anorganische Stoffe, teils gelöst, teils suspendiert und mehr oder weniger schädlich, besonders Zink, Zinn, Blei, Kupfer, Chrom, Antimon, Arsen in verschiedener Form, als Säuren oder Basen. J. König¹⁾ untersuchte folgende Abwässer aus Färbereien:

¹⁾ Die Verunreinigung der Gewässer, p. 326, 327.
Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. I.

1 l enthält	Rot- und Blauholz- Färbereien			4	5.
	1	2	3	Türkisch Rot- färberei	Aus einer Fabrik für Appretur u. Drucker.
	mg	mg	mg	mg	mg
Abdampfrückstand, trocken .	4476,2	1205,6	819,6	228,0	703,2
Organische Stoffe	1345,5	—	—	—	—
Zur Oxydation derselben er- forderlicher Sauerstoff . .	—	94,4	129,2	4,8	43,4
Stickstoff in organischer Ver- bindung	—	20,5	15,4	Spur	12,8
Chlor	—	—	42,5	34,8	152,4
Schwefelsäure	1650,5	228,5	115,0	8,4	46,4
Eisenoxyd	111,4	—	—	—	—
Eisenoxydul	—	158,8	87,1	—	51,1
Kalk	269,0	82,4	108,4	35,6	76,8
Magnesia	61,1	—	—	—	—
Kali	72,3	—	—	—	—
Natron	554,2	—	—	—	—

Suspendierte Stoffe				Gelöste Stoffe							
Un- organische	Darin Kalk	Organische	Darin Stickstoff	Mineralstoffe (Glüh- rückstand)	Organische (Glühverlust)	Zur Oxydation erforderlicher Sauerstoff	Stickstoff	Phosphor- säure	Kali	Kalk	Schwefel- säure
Milligramm				Milligramm							
936,0	301,5	239,5	22,4	2893,5	2513,0	593,6	69,3	17,9	463,2	29,0	231,2

H. Fleck ¹⁾ fand in dem einer Indigofärberei:

Suspendierte Stoffe 31,66 %				Gelöste Stoffe 0,55 %		
Indigo- blau	Eisenoxyd und Thonerde	Zinkoxyd	Kalk und Sand	Orga- nische Stoffe	Kalk- hydrat	Schwefel- saures Natrium und Chlornatrium
%	%	%	%	%	mg	%
0,06	3,06	7,34	21,20	0,19	0,09	0,27

Die Reports of the River Pollutions Comm. bringen über diesen Gegenstand ebenfalls eine Reihe von Analysen:

¹⁾ Jahresber. 1884, p. 16.

1 l enthält	Suspendiert		Gelöst							Bemerkungen	
	Organische Stoffe	Unorganische Stoffe	Gesamt	Organischer Kohlenstoff	Organischer Stickstoff	Ammoniak	Stickstoff als Nitrate und Nitrite	Gesamt- Stickstoff	Chlor		Arsen
Milligramm		Milligramm									
1. Abwasser aus Farbeküpen zum Wollenfärben	779,2	240,8	1076	489,7	33,21	4,92	0	37,26	—	—	Nach 16täg. Absetzen
2. Abwasser aus einer Druckerei, wie es in den Etheron fließt	207,4	53,0	762	17,92	4,27	0,90	0	5,01	2,9	—	
3. Abwasser aus einer Färberei und Bleicherei	354,2	146,2	434	48,22	2,38	0,40	0	2,71	45,0	0,50	
4. Abwasser von Färberei, Druckerei, Bleicherei (Durchschnitt aus fünf Fabriken)	189,7	70,2	502	42,26	2,99	1,25	0	3,99	48,6	—	
5. Kanalwasser einer Druckerei	113,8	34,2	369	27,11	2,81	0,35	0	3,10	—	0,20	
6. Kanalwasser einer anderen Druckerei	9,7	9,2	397	10,51	1,19	0,21	0	1,36	42,8	1,60	
7. Abwasser einer Färberei nach dem Absetzenlassen	36,4	36,4	705	32,83	3,44	2,83	0,58	6,35	66,0	0	5,4° Härte 7,7° Härte
8. Dasselbe nach der Filtration durch Sand und nach der Berieselung	0	0	621	12,48	3,03	2,73	2,00	7,28	55,4	0	
9. Der Bach, wie er zu einer Druckerei gelangt	0	0	60	2,46	0,23	0	0	0,23	11,0	0	
10. Der Bach, wie er dieselbe nach dem Durchseihen und Absetzen verlässt	73,4	25,4	358	69,94	3,13	0,35	0	3,42	28,0	0,32	
11. Purpurflüssigkeit einer Anilinfabrik	—	—	3480	23,30	9,69	34,30	—	41,63	—	0,40	
12. Abwasser einer Zeugfärberei	352,2	179,4	2365,0	96,19	5,99	—	—	—	428,0	—	

Die Abwässer der Fuchsinfabriken enthielten früher ganz bedeutende Mengen von Arsen: 2 bis 3 % und mehr Arsensäure; jetzt bedient man sich anderer Oxydationsmittel.

Die Unzuträglichkeiten dieser Abwässer bestehen zunächst darin, dass ein damit verunreinigtes Fluss- oder Bachwasser für beinahe alle Zwecke unbrauchbar ist. An Waschen, Bleichen, Kochen mit solchem Wasser ist natürlich nicht zu denken; aber nicht einmal in den Betrieben dieser Gewerbe ist es verwendbar. Soweit es vereinzelt zum Viehtränken Verwendung fand, hat sich herausgestellt, dass Alizarin und andere Stoffe im tierischen Organismus, speziell den Knochen, zum Nachteile für die Gesundheit der Tiere zurückblieben, auch bei Kühen den Geschmack und Geruch von Milch und Butter beeinflussten. Für Fische ist solchergestalt verunreinigtes Wasser giftig, auch wenn kein Arsen darin ist. Umfangreiche Untersuchungen über den Einfluss der verschiedensten Abwässer auf das Befinden mehrerer Fischarten hat C. Weigelt¹⁾ angestellt; s. Tabelle p. 390.

Der pflanzliche Organismus verträgt die beschriebenen Abwässer im allgemeinen nicht²⁾.

Färbereien befinden sich meist in grösserer Anzahl bei einander und fehlen nie in nächster Nähe der Farbenfabriken; die Menge der Abwässer ist also relativ sehr gross.

Zur Reinigung der Abflüsse aus Farbenfabriken dienen allgemein Kalkmilch und Ferrosulfat unter Benützung von Klärbassins, deren Bodensätze gelegentlich gesammelt, durch Vergraben unschädlich gemacht oder nach Möglichkeit verwertet werden. Es soll möglich und rentabel sein, dieselben auf Farbstoffe zu verarbeiten³⁾. Speziell für die Wiedergewinnung von Arsen- und Phosphorsäure aus den Abwässern existieren zahlreiche Patente, über deren Wert noch nichts bekannt geworden ist⁴⁾. Von systematisch ausgebildeten Verfahren zur Reinigung der Farbenfabrikabwässer kommen besonders die in Anwendung, die allgemein für Wasser mit viel organischer Substanz bestimmt sind und in Zuckerfabriken mit Erfolg versucht wurden, z. B. die von Liesenberg, Hulwa, Reisert, Dehne etc.; sie sind an anderer Stelle beschrieben. Die Reinigung soll zuweilen die Wiederverwendung des Wassers in den Betrieben ermöglichen.

In Färbereien sind ebenfalls zahlreiche Mittel zur Reinigung im Gebrauch.

¹⁾ Arch. f. Hygiene 1885, **3**, p. 39.

²⁾ König, Die Verunreinigung der Abwässer, p. 336.

³⁾ E. Reichardt, Chem.-Ztg. 1884, p. 1513. — ⁴⁾ König, p. 344.

Eine der einfachsten Methoden besteht darin, dass man alles von den verschiedenen Operationen in der Fäberei herrührende Abwasser in zwei oder mehr Behälter zusammenlaufen lässt, wo sie sich mischen und gegenseitig niederschlagen. Man gibt dem Niederschlage reichlich Zeit, sich abzusetzen, und lässt nur das klare Wasser in den Fluss abfliessen. Wo der Raum beschränkt ist, können Filterschichten von Coke, Sand etc. die Absetzbehälter ersetzen. Die Reinigung ist indessen vollständiger, wenn fällende Stoffe, wie Chlormagnesium und Chlorcalcium, Kalk u. dergl., zugesetzt werden. Von diesen ist Kalk vielleicht das wohlfeilste und wirksamste; er neutralisiert die Säuren und fällt die Farbstoffe, Beizen, Seife, albuminöse Substanzen etc.

Dass solche einfache Mittel den Zweck in ganz befriedigender Weise erfüllen, ist in den grossen Färbereien von W. Spindler zu Köpenick bei Berlin dargelegt, wo alle Zweige der Färberei, Druckerei und Appretur von Seiden-, Woll- und Baumwollwaaren in Betrieb sind.

In diesem Etablissement wird alles Abwasser in zwei grosse Sammler geleitet, worin sich die suspendierten Teilchen absetzen. Das darüber stehende Wasser ist stark von Alkali- und Eisensalzen, nebst Gerbstoff und Farbholzextrakten, Fettstoffen, Farbstoffen etc. durchdrungen. Nachdem man dasselbe in ein zweites Reservoir hat abfliessen lassen, wird es daselbst mit einer Lösung von Kalkmilch und Chlormagnesium vermischt; es entstehen Niederschläge, und die ganz trübe Mischung wird sodann in noch grössere Sammler übergepumpt, wo derselben zum Absetzen Zeit gelassen wird. Das so erhaltene klare Wasser ist nun einfach ein hartes Wasser mit einer geringen Menge organischer Substanz und wird entweder zur Berieselung benützt, oder man lässt es durch den Boden in den Fluss sickern.

Der feste Rückstand im ersten Sammler wird getrocknet und in Gasretorten calciniert; derselbe liefert 13 bis 16 cbm Leuchtgas auf 1000 kg.

Eine und dieselbe Reinigungsmethode kann unmöglich in allen Fabriken anwendbar sein; eine von R. und A. Sanderson u. Comp. in Galashiels erfundene Methode, die in allen Wollfabriken dieser Stadt Anwendung findet, ist aber bemerkenswert, und folgende Beschreibung derselben mag zeigen, was in dieser Richtung in solchen Fabriken gethan werden sollte.

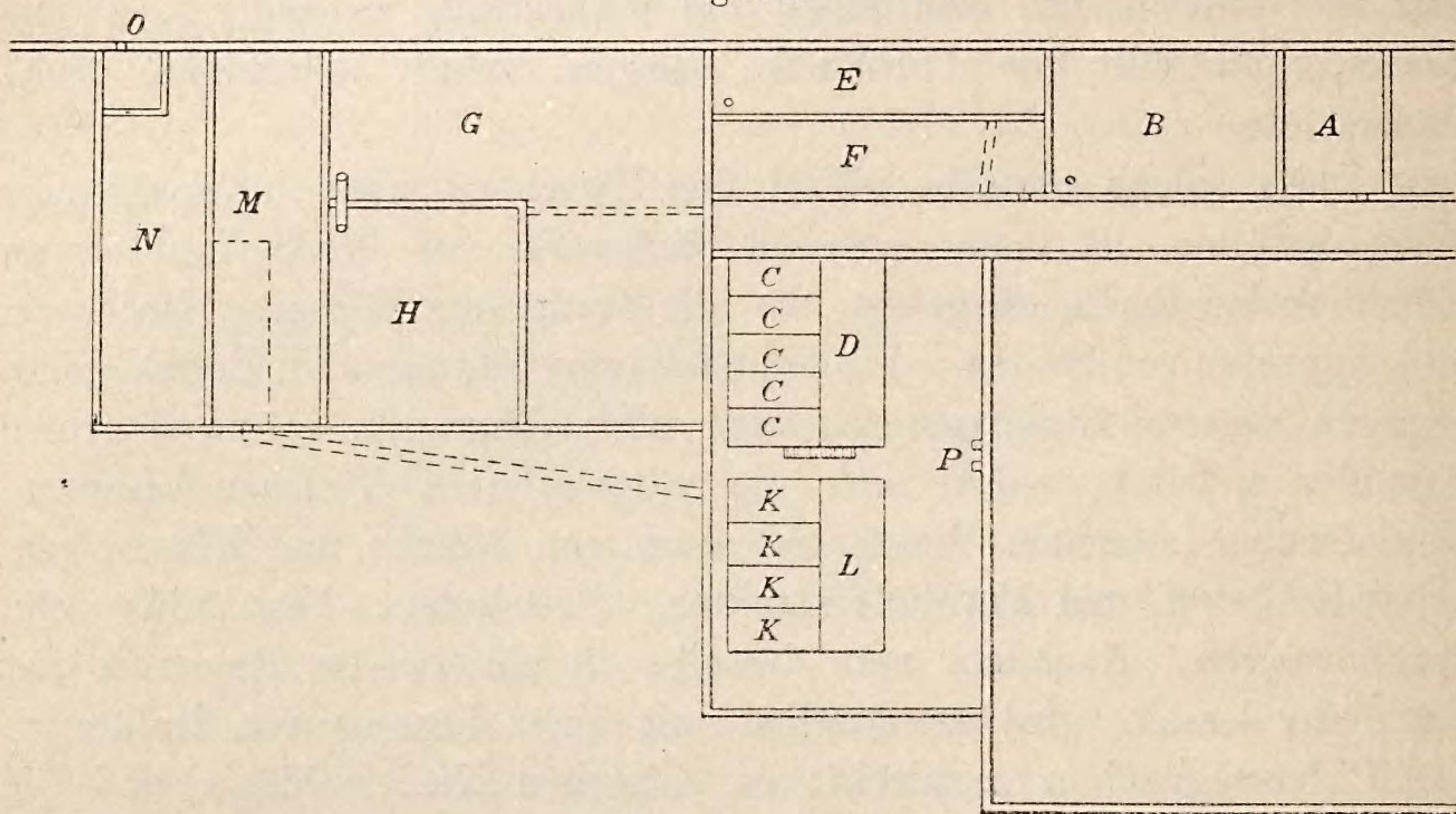
Das von Wollfärbereien abfliessende Wasser führt zum Teil feste Körper in Suspension, wie Farbholzreste, Fragmente von Wollfaser etc., zum Teil lösliche in den Abwässern der Farb- und Beizkufen sowie

in Waschwässern enthaltene Substanzen. Die Reinigungsmethode ist daher notwendigerweise sowohl chemisch als mechanisch.

Fig. 14 ist der Grundriss der in der Fabrik von R. und A. Sandersen errichteten Reinigungsanlage, in der täglich über 40 000 l Abwasser von Waschflüssigkeiten und über 120 000 l Abwasser aus der Färberei zur Behandlung kommen.

Um die Menge des zu reinigenden Abwassers soviel als möglich zu reduzieren, werden die von der Garn- und Stückwäscherei her-

Fig. 14.



rührenden seifenhaltigen Wasser in der Wollwäscherei wieder benutzt. Das Abwasser aus dieser Operation wird alsdann durch ein Sieb in den Absetzbehälter *A* gepumpt, aus dem es bei einer gewissen Höhe in den grossen Sammler *B* überfließt. Von hier aus wird es in die höher gelegenen Breibehälter *C* (jeder ca. 20 000 l haltend) gepumpt, wo es mit Hilfe einer Luftpumpe vollkommen mit einer berechneten Menge Schwefelsäure gemischt wird. Nach dem Absetzen lässt man die obenstehende saure Flüssigkeit zu weiterer Behandlung in den Behälter *E* abfließen. Der niedergeschlagene Brei von Fettsubstanz wird in die Grube *D* abgezogen, deren Boden ein aus Asche, Farbholzabfällen und Sägespänen zusammengesetztes Filter bildet. Hier wird derselbe während ungefähr einer Woche der Filtration überlassen; das saure Filtrat wird ebenfalls in den Behälter *E* geleitet. Der plastische Brei wird an Oelfabrikanten und Seifensieder verkauft.

Das stark gefärbte Abwasser aus der Färberei fließt durch ein Sieb in den Absetzbehälter *F*, von wo aus es in den grossen Sammler *G*

überfließt. In diesem Sammler verbindet sich der Farbstoff des Farb-
abwassers teilweise mit den nicht ganz erschöpften Beizen, und beide
schlagen sich gegenseitig nieder. Der Behälter H enthält gelöschten
Kalk, der mit etwas Farbabwasser aus dem Behälter G gut gemischt ist.

Mit Hilfe der Pumpe P werden bestimmte Mengen sauren Brei-
wassers aus E (etwa 1 Teil), Farbabwassers aus G (etwa 3 Teile) und
Kalkwassers aus H (etwa 1 Teil) in die höher gelegenen Reinigungs-
behälter K gehoben und daselbst vollständig gemischt. Dadurch wird
aller Farbstoff als flockiger Niederschlag erhalten. Nachdem sich
dieser abgesetzt hat, lässt man das beinahe farblose, darüberstehende
Wasser in den Behälter M abfließen; der Rückstand wird von Zeit
zu Zeit in die Grube L abgezogen und darin zum Abtrocknen liegen
gelassen, bis er eine solche Konsistenz angenommen hat, dass er aus-
gestochen und auf den Abraumplatz gebracht werden kann. Das
Wasser aus dem Reinigungsbehälter K ist schwach alkalisch wegen
eines Ueberschusses an Kalk, aber in dem Behälter M wird es da-
durch neutralisiert, dass man es mit dem etwas sauren Abwaschwasser
aus der Färberei vermischt.

Auf diese Weise gereinigt, fließt das Wasser in den Behälter N
über und geht endlich durch ein Filter in den Fluss O, klar, neutral und
frei von Farben, gegen die man Einwendung machen könnte. Fol-
gendes ist eine Analyse des Abflusswassers von Crum Brown:

Totalgehalt an festen Körpern pro Liter		Trübung	Färbung	Ammoniak in Gramm pro Liter		Gehalt an unorgani- schen festen Körpern in Gramm pro Liter
Or- ganische	Unorga- nische			Als solches	Aus Albumin- stoffen	
0,13	0,78	1	3	0,003	0,002	$K_2Cr_2O_7$. . 0,006 $CaSO_4$. . 0,11 $CaCO_3$. . 0,32 Na_2SO_4 . . 0,29 $NaCl$. . 0,06

Die Trübung wird gemessen durch die Menge von Kaolin (an-
gegeben in Gramm für je 70 l), die, dem reinen Wasser zugesetzt,
dieses ebenso trüb machen, wie das zu untersuchende Wasser ist.

Die Färbung wird gemessen durch die Menge von Ammoniak
(angegeben in Centigrammen für je 70 l), die, dem reinen Wasser
zugesetzt, mit Nessler's Reagens eine möglichst annähernde Färbung
geben. Die Farbe des Abflusswassers ist eine schwach braungelbe.

Diese Analyse zeigt, dass mit Ausnahme einer kleinen Menge Kaliumbichromat die Körper, die noch in dem Abwasser, wie es in den Fluss eintritt, vorhanden sind, die gewöhnlichen Beimengungen des natürlichen Quell- und Flusswassers sind.

Zur Erläuterung der oben beschriebenen Methode mag angeführt werden, dass ein Teil des Kalkes zur Neutralisation des sauren Breiwassers dient, während der Ueberschuss desselben die Hydrate der Metalloxyde in dem Beizewasser niederschlägt, worauf sich diese sogleich mit irgend einem gegenwärtigen Farbstoff verbinden und denselben niederschlagen. Man sieht, dass alle verlorenen Substanzen aus den verschiedenen Operationen zu ihrer gegenseitigen Zersetzung und Entfernung aus dem Abwasser zu Nutze gezogen werden, ehe dieses in den Fluss abläuft.

In der Fabrik von E. Schwanborn in Aachen wird das Abwasser aus der Rohwollwäscherei sowie vom Walken und Waschen des Tuches mittels Kalk niedergeschlagen. Die Zusammensetzung des luftgetrockneten Niederschlages ist folgende:

Wasser	3,11 %	Fettkörper	71,96 %
Kalk und Eisenoxyd .	18,47 „	Wollfaser etc.	6,46 „

Mit Kohle vermischt, dient dieser Niederschlag zur Darstellung von Leuchtgas. Obschon bei dieser Methode die Kalisalze der Rohwolle verloren gehen, so schätzt man doch, nach Abzug der Herstellungskosten, den Wiedergewinn auf 30 % des Wertes der beim Walken verbrauchten Seife. In anderen Fabriken wird der Niederschlag zur Wiedergewinnung von Fett verwendet.

Die Ersparnis, die man bei allgemeiner Befolgung einer Methode, wie die oben beschriebene, erzielen könnte, würde sich bei 500 Millionen Kilogramm Tuch, die nach den statistischen Tabellen jährlich in Europa gewalkt werden, auf nahezu 100 Millionen Kilogramm Kalkseife von obiger Zusammensetzung belaufen.

Leuchtgasfabriken.

Unter den Abgängen der Gasanstalten kommen hauptsächlich Gaskalk, Gaswasser und Gasometerwasser in Betracht. Zur Reinigung des Gases von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Ammoncarbonat, Cyan- und Schwefelammonium etc. wird (und wurde früher ausschliesslich) gebrannter Kalk angewendet. Nach längerer Benützung enthält derselbe hauptsächlich Schwefelcalcium, Gips, schweflig- und unterschwefligsauren Kalk, kohlensauren Kalk und Rhodancalcium, ferner Teer und sonstige Destillationsprodukte. Mit Ausnahme des Carbo-

nates und Sulfates sind alle diese Stoffe in Wasser leicht löslich und starke Gifte für Fische, Krebse und die Vegetation.

In den meisten Gasanstalten wird jetzt an Stelle des Kalkes ein Gemisch desselben mit Eisenoxyd (Lamingsche und andere „Gasmassen“) benützt, welches nach längerer Benützung zu guten Preisen verkauft wird und zur Darstellung von Cyan-, Ferrocyan-, etc. Verbindungen dient.

Bei hohem Schwefelgehalt wird auch dieser nutzbar gemacht.

Wo jedoch grosse Mengen solchen Gaskalkes lagern, da ist immer ein Auslaugen desselben durch Regengüsse zu erwarten und sind Schädigungen durch die entstehenden Abflüsse nicht ausgeschlossen. In einem Brunnen, welcher nahe bei einer Gasanstalt gelegen war, vermochte Dickmann Diphenylamin nachzuweisen unter Benützung des Abdampfrückstandes aus 500 ccm Wasser zur Analyse ¹⁾.

Ein anderes durch eine benachbarte Gasanstalt beeinflusstes Brunnenwasser roch nach Gas und enthielt viel Ammoniak ²⁾.

Ein 300 m von einer Gasanstalt entfernter Brunnen hatte weisslich trübes, nach Gas riechendes Wasser. 1 l des letzteren enthielt nach Fischer ³⁾:

Organische Stoffe .	4198 mg	Ammoniak	82 mg
Chlor	440 „	Kalk	906 „
Schwefelsäure . .	992 „	Magnesia	136 „
Salpetersäure . .	2 „		

und etwa 300 mg Rhodanammon.

Härte 109,7 °.

Das Gaswasser enthält zahlreiche Ammonverbindungen, im allgemeinen den Kalkverbindungen des Gaskalkes entsprechend, besonders Rhodanammon. Wegen des hohen Gehaltes an Ammoniak wird es jetzt, wenigstens von den grösseren Anstalten, über Kalk destilliert und auf Salmiak verarbeitet. Im Rückstande bleiben dann Rhodan- und Schwefelcalcium nebst teerigen Stoffen. Dasselbe steht in Bezug auf Schädlichkeit den Gaskalkwässern wenig nach, darf daher nicht in Flüsse, Bäche oder Brunnen gelangen.

Das zum Absperren der Gasometer dienende Gassperrwasser ist ähnlich zusammengesetzt und enthält nach längerem Gebrauche auch noch erhebliche Mengen des, besonders für die Keimung der Pflanzen, sehr schädlichen Phenols.

¹⁾ Zeitschr. f. analyt. Chem. 1890, p. 398.

²⁾ Frommüller, Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheits-Pfl. 1876, p. 205.

³⁾ Das Wasser 1891, p. 144.

Die Schädlichkeit dieses Sperrwassers untersuchte H. Kämmerer¹⁾, als beim Ablassen eines Gasbehälters der Nürnberger Gaswerke in die Pegnitz die Fische in solchen Mengen abstarben, dass man Hunderte von Fischleichen bis Bamberg, sogar in Würzburg im Main schwimmend beobachten konnte.

Proben von Gassperrwasser enthielten Naphthalin, 0,5 bis 1,5 ccm leichte Teeröle und Ammoniak, aber kein Phenol und bei Destillation mit Weinsäure keinen Cyanwasserstoff. Eine bei Jurth (4 km Entfernung) entnommene Probe Pegnitzwasser roch stark nach Leuchtgas und enthielt im Liter 1 ccm leichte Teeröle, 0,5 g Naphthalin und 9,5 mg Ammoniak, ferner Rhodan²⁾ und Palladiumchlorür reduzierende Gase. — Gassperrwasser wirkte auf Fische noch tödlich, wenn es mit 20 Teilen reinem Wasser vermischt war³⁾. Wurde dasselbe auf ein Drittel eingekocht und nun mit 2 Teilen Wasser verdünnt, so wirkte es nicht mehr schädlich. Danach scheint es, dass der giftigste Bestandteil des Gassperrwassers weder gasförmig noch flüchtig ist, dass er aber bei längerem Kochen eine Spaltung unter Bildung von Ammoniak oder Aminbasen, welche entweichen, und einer zurückbleibenden freien Säure erleidet. Seine intensive Giftigkeit und die Art des Zerfallens beim Kochen machen es wahrscheinlich, dass derselbe ein Cyanür oder ein Isocyanür ist. Um alle Schwierigkeiten zu umgehen, einigte man sich dahin, dass die ganze Menge des Sperrwassers nach und nach in den Skrubber geleitet, darin an Ammoniak bereichert und schliesslich in den Feldmannschen Apparat zur Bereitung von Ammoniak gebracht werde, und erfolgte diese Art der Fortschaffung der Abwässer ohne irgend welche Unzukömmlichkeiten. Der auf dem Boden des Gasbehälters angesammelte, zumeist aus Naphthalin und anderen festen Kohlenwasserstoffen bestehende Schlamm wurde mit Cokestaub zu einer Art Briquetts verarbeitet und verbrannt.

Ueber die Wirkung der Schwefelverbindungen, der Sulfiten und Hyposulfiten der Gasabwässer auf Boden und Pflanzen sind direkte Versuche noch nicht bekannt geworden, doch ist ihre Schädlichkeit nicht anzuzweifeln wegen ihrer stark reduzierenden Eigenschaften. Als äusserst giftig für den Pflanzenwuchs ist Rhodanammon erkannt worden⁴⁾.

Man glaubte früher, sämtliche Abgänge der Gasanstalten als einen vorzüglichen Dung wegen des hohen Stickstoffgehaltes betrachten zu dürfen, jedoch sind die damit angestellten Versuche stets

¹⁾ Verhandl. d. Bayr. Chem., 8. Jahresber.

²⁾ Vergl. Dingler **211**, p. 139.

³⁾ Vergl. Dingler **214**, p. 85. — ⁴⁾ König, p. 355.

negativ ausgefallen; alle Vegetation ging durch dieselben zu Grunde. Cyanverbindungen sind hin und wieder in den Abgängen gefunden worden, gehören aber nicht zu den normalen Bestandteilen. Schon sehr geringe Mengen davon würden eine grosse Gefahr bilden.

Abwässer einer Federnfabrik.

Die Reinigung der Federn geschieht in der Art, dass dieselben etwa 12 Stunden in Wasser in einem Bottich geweicht, hierauf in den Waschcylinder mit Rührvorrichtung, welchem beständig Wasser zu- und abfliesst, gebracht und solange gewaschen werden (etwa $\frac{3}{4}$ Stunden), bis das Wasser vollkommen klar abfliesst.

Das zum Waschen der Federn verwendete Wasser war klar, geruch- und geschmacklos. Um die Zusammensetzung des Abwassers von der Federnwäscherei, da dasselbe beständig ab- und dem Neckar zufliesst, kennen zu lernen, wurden von derselben Federnmenge vier Proben entnommen:

1. eine Probe aus dem Waschbottich, nachdem die Federn 12 Stunden mit Wasser in demselben in Berührung waren;
2. eine Probe, nachdem die Federn 5 Minuten lang in der oben genannten Waschtrommel gewaschen waren;
3. eine Probe, nachdem die Federn 20 Minuten im Waschapparat sich befanden, und
4. eine Probe, nachdem dasselbe 45 Minuten der Fall war.

1, 2 und 3 waren stark braungelb gefärbt; diese Färbung war, wie nicht anders zu erwarten, bei 1 am stärksten, bei 3 am wenigsten stark. Nr. 4 war farblos. Sämtliche Proben enthielten suspendierte Stoffe, die aus Federnteilen und bei Nr. 1 und 2 zum Teil auch aus Dung und Strohteilen bestanden. Der Geruch der Wasserproben war ein an Vogeldung erinnernder und liess bestimmte chemische Stoffe, wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff u. dergl., nicht erkennen. Der Geruch nahm, wie die Farbe, mit der Dauer der Waschzeit ab, und die zuletzt entnommene Probe Nr. 4 war nahezu geruchlos.

Was die Federn, welche zu fraglichem Zwecke angewandt wurden, betrifft, so wurde solche Ware gewählt, welche erfahrungsgemäss am meisten Schmutz mit sich führt, so dass die erhaltenen Abwässer wohl den höchsten Verunreinigungsgrad, welcher überhaupt in fraglicher Anlage vorkommt, erreicht haben.

Untersucht wurden die Abwässer von zwei Federnarten und sind die erhaltenen Zahlen in der Tabelle p. 377 zusammengestellt. Die

Filtration wurde im Laboratorium vorgenommen. Alle Analysenergebnisse sind auf 1 in 100 000 berechnet.

Zur Ausführung der Analysen wurden die allgemein üblichen Methoden angewendet. Bei der Bestimmung der oxydierbaren Substanz mittels Kaliumpermanganat muss bemerkt werden, dass die Oxydation sowohl in saurer wie in alkalischer Lösung vorgenommen wurde. Wenn die in der Tabelle angegebenen Mengen des verbrauchten Kaliumpermanganats bei den Wassern Nr. 1 und 2 auf Genauigkeit wegen ihrer grossen Menge auch nicht mehr Anspruch machen können, so bieten sie doch sicher gewisse Anhaltspunkte für die Beurteilung des Wassers.

Betrachtet man die einzelnen Zahlen in den Tabellen, so findet man, dass bei dem Wasser Nr. 1 der Gesamtrückstand beim unfiltrierten Wasser von 515 auf 87, bei dem filtrierten von 220 auf 62 herabgeht und die suspendierten Stoffe demnach von 295 auf 25 herabsinken. Der Glühverlust desselben Wassers schwankt bei dem unfiltrierten Wasser zwischen 35 und 289, der Glührückstand von 52 bis 226. Man sieht also schon aus dem Gesamtrückstand und dem Glühverlust, dass die Menge der organischen, d. h. verbrennlichen und leicht zersetzbaren Stoffe nicht unwesentlich ist. Der Gehalt des Wassers von Nr. 1 an Eisenoxyd und Thonerde ist gering und schwankt im unfiltrierten Wasser von 4 bis 23, im filtrierten von 2 bis 9. Der Kalkgehalt ist sowohl im filtrierten wie im unfiltrierten Wasser ziemlich gleich und der Gehalt des Abwassers während der Dauer des Waschens ebenfalls nur ganz geringen Schwankungen unterworfen.

Der Gehalt an Magnesia bewegt sich von 4,3 bis 15,1 im unfiltrierten und von 3,51 bis 10,9 g im filtrierten Wasser. Derselbe nimmt also mit der längeren Waschkdauer wesentlich ab. Sehr grosse Schwankungen zwischen dem Abwasser beim beginnenden und schliessenden Waschprozesse zeigt der Gehalt an Chlor, indem die Schwankungen beim filtrierten sowohl wie beim unfiltrierten zwischen 6 und 9,5 liegen.

Die in dem Wasser enthaltenen Schwefelsäuremengen sind, wie dies auch beim Chlor der Fall ist, beim unfiltrierten und filtrierten Wasser nahezu gleich, nehmen aber auch im Laufe des Waschprozesses ab, indem sie beim unfiltrierten von 28,5 auf 14,4 und beim filtrierten von 28,1 auf 14,1 herabgehen. Die Salpetersäure zeigt Schwankungen im unfiltrierten Wasser von 1,08 bis 0,11 und im filtrierten von 1,06 bis 0,11.

		Gesamt- rückstand	Glüh- rückstand	Glühverlust	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KMnO ₄	Cl	NH ₃	SO ₃	N ₂ O ₅	Organischer Stickstoff
1. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	515 220	226 129	289 91	23 9	21 17	15,1 10,09	188 168,8	95 95	24,65 23,5	28,5 28,1	1,080 1,060	— —
2. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	229 117	115 76	114 41	11 3	18 18	8,28 6,12	78,00 39,96	30,90 30,30	11,64 10,2	20,6 20	0,468 0,396	11,43 5,95
3. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	161 93	94 63	67 30	6 2	21 20	7,5 5,40	73,36 57,2	22,1 22,0	8,16 6,8	20,9 19,2	0,360 0,324	— —
4. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	87 62	52 44	35 18	4 2	20 19	4,3 3,51	7,82 2,64	6,0 6,0	1,61 1,60	14,4 14,1	0,11 0,11	2,85 1,48
Mittel	{ Unfiltriert Filtriert .	273 123	121,75 78	126,25 45	11 4	2,0 18,5	8,79 6,28	86,79 67,08	38,62 38,32	11,51 10,52	14,1 20,70	0,50 0,47	7,14 3,71

1. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	318,4 226,4	136 132,8	182,4 93,6	21,6 16	19 18	9,72 9,32	138,8 106,8	58,3 58,6	14,53 14,38	20,24 20,24	0,864 0,720	12,80 13,60
2. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	236 193,6	136 135,2	100 58,4	12,8 8	18 17	7,70 5,67	76,00 56,00	30 29,6	6,97 6,35	20,24 18,18	0,432 0,360	11,78 6,58
3. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	115,2 107,2	88,6 86,5	26,6 20,7	2,4 0,8	18,4 18,0	5,67 3,24	19,92 12,72	9,2 8,0	0,85 0,85	14,75 14,41	0,252 0,180	3,21 0,98
4. Abwasser	{ Unfiltriert Filtriert .	101,6 64,8	50,4 48,0	51,2 16,8	0 0	19,2 19,2	5,2 3,64	4,84 2,34	3,6 3,0	0 0	14,75 14,07	0,108 0,072	0 0
Mittel	{ Unfiltriert Filtriert .	167,80 148	102,75 100,62	90,05 47,24	9,25 6,2	18,65 18,05	7,07 5,46	59,89 44,46	25,4 24,8	5,83 5,39	17,49 16,72	0,41 0,33	6,95 5,26

Grosse Schwankungen zeigen sich ferner in dem Gehalt des Abwassers an Ammoniak, organischer Substanz und organischem Stickstoff, und zwar beträgt die Schwankung von Ammoniak im unfiltrierten Wasser 24,65 bis 1,61, im filtrierten von 23,5 bis 1,6; diejenige des Bedarfs an Kaliumpermanganat von 188 bis 7,82 im unfiltrierten und 168,8 bis 2,64 im filtrierten Abwasser. Die Menge des organischen Stickstoffs, welche aus gleichen Mengen des Wassers 1 und 2, 3 und 4 bestimmt wurde, schwankte im unfiltrierten Abwasser zwischen 11,43 bis 2,85, im filtrierten von 5,59 bis 1,48.

Aehnlich wie die in der ersten Versuchsreihe zusammengestellten Analysen verhalten sich diejenigen in der zweiten, nur ist die Verunreinigung eine geringere.

Lässt man mit dem Wasser nahezu gefüllte Flaschen bei Zimmertemperatur stehen, so zeigt sich schon am zweiten Tage Entwicklung von Schwefelwasserstoff und Bildung von freiem Ammoniak, welche beide bekanntlich Produkte des beginnenden Fäulnisprozesses sind. Das Wasser zeigt alsdann einen höchst widerlichen Geruch, der selbstredend innerhalb einer gewissen Zeit von Tag zu Tag stärker wird. Was also unter anderem aus der chemischen Analyse geschlossen werden muss, ist hier praktisch bewiesen.

Um nun festzustellen, welchen Einfluss das Abwasser fraglicher Fabrik auf die Zusammensetzung des Neckarwassers hatte, wurden vier Proben des letzteren entnommen, und zwar:

1. etwa 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers über einem Wehr;
2. etwa 90 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers unter dem Wehr;
3. etwa 100 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers;
4. etwa 200 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

Das Resultat der Untersuchung ist in einer Tabelle p. 379 zusammengestellt. Wie daraus zu ersehen ist, hat eine Zunahme des Neckarwassers an festen Stoffen durch den Zufluss des fraglichen Abwassers nicht stattgefunden, wie überhaupt eine wesentliche Aenderung in der Zusammensetzung des Neckarwassers oberhalb und unterhalb des Zuflusses des Abwassers der Federnfabrik nicht zu erkennen ist.

Die tägliche Menge des Abwassers der in Rede stehenden Fabrik hat etwa 1300 cbm betragen. Die Entnahme der Proben im Neckar geschah zu einer Zeit, in welcher sehr schmutzige Federn gewaschen wurden und das Abwasser hievon sich mit dem Neckarwasser gemischt hatte.

	Gesamt- rückstand	Glüh- rückstand	Glühverlust	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KMnO ₄	Cl	NH ₃	SO ₃	N ₂ O ₅	Organischer Stickstoff
1. Neckarwasser { Unfiltriert	52	39	13	2	16	3,24	1,80	2,8	0,085	10,9	0,324	0,185
{ Filtriert	48	35	13	0	12	2,88	1,80	2,6	0	10,9	0,288	0,140
2. Neckarwasser { Unfiltriert	52,5	40	12,5	0,5	16	3,24	2,00	3,0	0,085	9,95	0,324	0,326
{ Filtriert	50,5	40	10,5	0	16	3,24	1,96	2,6	0	9,95	0,324	0,233
3. Neckarwasser { Unfiltriert	49,5	37	12,5	0,5	15	3,06	2,18	2,9	0,85	9,26	0,400	0,233
{ Filtriert	47,5	37	10,5	0	14	3,06	2,12	2,4	0,255	9,26	0,360	0,233
4. Neckarwasser { Unfiltriert	47,5	35,5	12	0,5	15	4,86	2,00	2,8	0,34	9,61	0,324	0,380
{ Filtriert	47,0	35,5	11,5	0	15	4,68	1,80	2,8	0	9,6	0,324	0,186

	Gesamt- rückstand	Glüh- verlust	Glühverlust	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KMnO ₄	Cl	NH ₃	SO ₃	N ₂ O ₅	Organischer Stickstoff
I. { Unfiltriert	206,5	138,5	68,0	12,5	19	3	57,2	6	2,97	11,6	0,720	6,03
{ Filtriert	57,5	41	16,5	2	15	2,8	18	5,2	1,78	9,9	0,504	2,03
II. { Unfiltriert	59	40	19	2	16,5	2,8	18	3	1,36	10,6	0,324	1,74
{ Filtriert	50	37,5	12,5	1,5	16	2,8	16	2,8	1,19	9,9	0,252	1,54
III. { Unfiltriert	50,5	35,5	15	Spuren	17,5	2,8	3,20	1,8	0,51	10,9	0,576	0,05
{ Filtriert	48	33,5	14,5	Spuren	17,0	2,8	3,04	1,8	0,25	10,2	0,540	0
IV. { Unfiltriert	44,5	30	14,5	0	16,5	2,8	0,38	1,4	0	9,6	0,216	—

In einer anderen Federnfabrik, die ganz in derselben Weise wie die in vorstehendem beschriebene arbeitete, gelangte das Abwasser nicht direkt in den Neckar, sondern musste vorher eine Naturfilteranlage durchfliessen, und handelte es sich darum, zu konstatieren, inwieweit dieselbe ihren Zweck erfüllte. Es wurden deshalb folgende Proben behufs Untersuchung entnommen, und zwar:

A. Am 26. Juni 1890.

I. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Fabrik kommt.

II. Geklärtes Wasser nach 12stündigem Stehen.

III. Filtriertes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.

IV. Reines Brunnenwasser, wie es in der Wäscherei verwendet wird.

Das Resultat dieser Untersuchungen ist in der unteren Tabelle p. 379 zusammengestellt, und repräsentieren I, II und III ein und dasselbe Wasser in den verschiedenen Reinigungsstadien.

B. Am 30. Juli 1890.

I. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Wäscherei kommt.

II. Geklärtes Wasser nach 12stündigem Stehen.

III. Filtriertes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.

IV. Wasser aus einem Senkloch, nachdem es die Filteranlage und eine Erdschicht von etwa 15 m durchwandert hatte.

V. Neckarwasser, etwa 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers.

VI. Neckarwasser, etwa 100 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

Das Resultat der Untersuchungen dieser Proben ist in einer Tabelle p. 381 zusammengestellt, und repräsentieren I, II, III und IV ein und dasselbe Wasser in den verschiedenen Reinigungsstadien.

C. Am 10. September 1890.

I. Schmutziges Wasser vor der Klärung, wie es aus der Wäscherei kommt.

II. Filtriertes Wasser, nachdem es verschiedene Schichten von Geröll und Sand durchwandert hatte.

		Gesamt- rückstand	Glüh- rückstand	Glühverlust	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	KMnO ₄	Cl	NH ₃	SO ₃	N ₂ O ₅	Organischer Stickstoff
I. { II. { III. { IV. { V. { VI. {	Unfiltriert	216,5	115	10,1	5	19	4,14	41,20	12	4,42	9,6	1,08	8,54
	Filtriert	74,5	54	20,5	3	16	3,75	17,20	9,6	3,14	7,2	0,52	3,67
	Unfiltriert	80	50,5	29,5	5	18	3,60	21,60	6	2,72	12,6	0,64	1,33
	Filtriert	64,5	50	14,5	2	17,5	3,40	6,80	5	2,04	12,3	0,48	0,28
	Unfiltriert	67,5	51	16,5	2	21	3,60	3,60	3,6	1,70	12,6	0,36	0,63
	Filtriert	62,5	47	15,5	1	16	3,60	3,04	3,2	1,36	11,6	0,28	0,41
I. { II. { III. { IV. { V. { VI. {	Unfiltriert	57,5	38	19,5	2	17,5	3,05	3,35	2,6	1,02	9,9	0,32	0,70
	Filtriert	50	37	13	1	17	3,05	2,15	2,2	0,51	9,6	0,24	0,14
	Unfiltriert	44	32	12	0,5	14,5	3,2	1,12	1,6	0	9,2	0,20	0,21
	Filtriert	43	30	13	Spuren	14,5	3,2	0,94	1,6	0	8,9	0,20	0,07
	Unfiltriert	44,5	32	12,5	Spuren	14	3,4	0,94	2,0	0	8,5	0,24	0,42
	Filtriert	42	31	11	Spuren	13,5	3,4	0,76	1,4	0	8,5	0,20	0,21
I. { II. { III. { IV. { V. { VI. {	Unfiltriert	121	67	54	13,5	13,5	2,70	42,0	4,4	2,64	6,17	1,88	3,01
	Filtriert	82	54	28	10,5	12,5	2,52	30,0	3,0	2,13	6,05	1,48	0
	Unfiltriert	60	38,5	21,5	3,00	17,0	2,88	6,08	3,2	4,25	4,29	1,12	0,07
	Filtriert	52	33,0	19	2,00	14,5	2,88	5,04	2,8	3,57	3,77	0,72	0
	Unfiltriert	38,5	27,0	11,5	1,00	14,5	2,16	2,98	1,6	0,68	6,17	3,36	0
	Filtriert	38,5	27,0	11,5	0	14,5	2,16	1,92	1,4	0,25	5,48	3,00	0,00
I. { II. { III. { IV. { V. { VI. {	Unfiltriert	37,0	27,0	10,0	0	14,0	2,34	1,26	1,2	0,25	5,14	1,48	0,14
	Filtriert	36,0	26,0	10,0	0	1,35	2,34	1,08	1,2	0,17	5,14	1,48	0
	Unfiltriert	37,5	25,0	12,5	0,5	13,0	2,16	0,90	1,2	0	5,15	1,88	0
	Filtriert	37,0	25,0	12,0	0	9,0	1,98	0,72	1,2	0	5,15	1,88	0
	Unfiltriert	40,00	28,0	12,0	1	12,00	2,16	0,72	1,2	0	5,15	1,88	0,28
	Filtriert	34,00	25,0	9,0	0	10,00	2,16	0,44	1,2	0	5,15	1,48	0

III. Wasser aus einem Senkloch, nachdem dasselbe die Filteranlage und eine Erdschicht von etwa 15 m durchwandert hatte.

IV. Neckarwasser, etwa 100 Schritte oberhalb des Einflusses des Abwassers.

V. Neckarwasser, etwa 100 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

VI. Neckarwasser, etwa 200 Schritte unterhalb des Einflusses des Abwassers.

Die Analysen dieser Wasserproben sind in der unteren Tabelle p. 381 zusammengestellt, und repräsentieren I, II und III ebenfalls ein und dasselbe Wasser in den verschiedenen Reinigungsstadien.

Vergleicht man die unfiltrierten Wasserproben vom 26. Juni I, II und III unter sich, so findet man, dass der Gesamtrückstand von I mit 206,5, bei II auf 59 und bei III auf 50,5 herabgeht. Dem entsprechend verhält sich auch der Glührückstand, der Glühverlust, der Gehalt an Eisen und Thonerde, der Gehalt an oxydierbaren Substanzen, Chlor, Ammoniak und organischem Stickstoff. Der Gehalt an Kalk ist in II ebenfalls niedriger als in I, hat aber in III wieder etwas zugenommen, wenn auch kaum nennenswert. Magnesia findet man, abgesehen von der kleinen Differenz zwischen I und II, immer diejenige Menge wieder, welche im Brunnenwasser enthalten ist. Es hat also eine Verunreinigung des Abwassers mit Magnesia durch die Federn nicht stattgefunden. Der Gehalt an Schwefelsäure hat auf dem Wege von I zu II abgenommen, während er auf dem Wege von II zu III nahezu gleichgeblieben ist. Salpetersäure von I auf dem Wege zu II hat ebenfalls sehr wesentlich abgenommen, um dann auf dem Wege von II zu III wieder nicht unerheblich zu steigen.

Aehnlich wie bei den unfiltrierten Wasserproben verhielten sich die einzelnen Bestandteile der filtrierten und kann man aus der Differenz die Zusammensetzung der in dem Wasser suspendiert gewesenen Stoffe kennen lernen.

Die Differenzen, welche die Proben I, II und III im filtrierten Zustande zeigen, sind allerdings wesentlich geringer als diejenigen der unfiltriert untersuchten Proben; aber immerhin zeigt sich auch hier, also in der Menge der gelösten Stoffe, eine Abnahme in den verschiedenen Reinigungsstadien. Eine Abnahme findet ferner statt beim Glührückstand und beim Glühverlust von I zu II, dagegen eine Zunahme des Glühverlustes von II zu III, ferner beim Eisen und der Thonerde, in der Menge der oxydierbaren Substanzen, im Chlorgehalt, im Gehalt an Ammoniak und organischem Stickstoff. Der Kalkgehalt

nimmt um ein Geringes zu, der Gehalt an Magnesia bleibt sich durchweg gleich, der Gehalt an Schwefelsäure bleibt sich von I zu II gleich und nimmt auch von II zu III kaum erwähnenswert zu. Bei der Salpetersäure nimmt auch hier wieder, wie bei den unfiltriert untersuchten Proben, der Gehalt von I zu II ab, von II zu III aber wieder zu und wird sogar etwas höher, als er in I war.

Ganz ähnlich, wie bei den Analysen der am 26. Juni entnommenen Proben, zeigt sich die successive Reinigung der Abwässer in der Reinigungsanlage auch bei den am 30. Juli und 10. September 1890 entnommenen, nur geht, wie die Analysen der Proben aus dem Senkloch zeigen, während das Wasser von den Geröll- und Sandschichten etwa 15 m weit durch eine natürliche Bodenschicht dringt, noch eine weitere Reinigung vor sich, wie ein Vergleich der Analysen vom 30. Juli und 10. September der aus den Sandschichten und dem Senkloch entnommenen Proben zeigt. Es muss angenommen werden, dass das Wasser, bis es in den Neckar kommt — da es noch weitere 15 m natürlichen Boden bis zum Neckarufer zu durchlaufen hat, — noch mehr von seinen verunreinigenden Stoffen verliert. Ein Vergleich der Analysen der Proben aus dem Senkloch und derjenigen aus dem Neckar zeigt nun deutlich, dass das Abwasser aus dem Senkloch von demjenigen des Neckars nur wenig verschieden ist und wenig grössere Verunreinigung aufweist, als sie das Neckarwasser bei niederem Wasserstand zeigt. Es kann also von einer Verunreinigung des Neckars durch das fragliche Abwasser wohl nicht mehr die Rede sein, was seine Bestätigung durch die Untersuchung des Neckars oberhalb und unterhalb des Zuflusses des Abwassers findet, denn die Analysen des Neckarwassers p. 379 und 381 zeigen deutlich, dass eine Zunahme weder an gelösten noch suspendierten Stoffen nach Aufnahme des gereinigten Abwassers stattfindet.

Die Reinigungsanlage erfüllt also ihren Zweck zur Genüge. Zum Schluss sei noch bemerkt, dass die Analysen der Wässer der Fabrik 2 in derselben Weise ausgeführt worden sind wie diejenigen der Fabrik 1, und das dort von der Beschaffenheit des Abwassers u. s. w. Gesagte auch bei demjenigen der Fabrik 2 zutrifft.

Soda- und Pottaschefabriken.

Die trockenen Rückstände der Leblancschen Sodafabriken beziffern sich auf ca. 1,5 Tonne auf jede Tonne Alkali und enthalten hauptsächlich Schwefelcalcium und Aetzkalk nebst Schwefelnatrium, Thonerde, Sand, Kohle etc. Beim Aufsammeln derselben in Haufen

entwickelt sich unter dem Einflusse der Luftfeuchtigkeit Schwefelwasserstoff oder bei starker Selbsterhitzung (mit Erglühen) schweflige Säure. Die Sulfide der Alkalien und Erdalkalien verwandeln sich allmählich in Hyposulfite und Carbonate, je nach der Dauer der Lagerung. Regengüsse laugen diese Haufen allmählich aus. Nach Richter¹⁾ sind die Bestandteile dieser Rückstände folgende:

Schwefel-Calcium	Schwefel-eisen	Unterschwef-ligsaures Calcium	Schweflig-saures Calcium	Kohlen-saures Calcium	Schwefel-saures Calcium	Calcium-oxyd (CaO)
37,62	1,88	2,69	0,74	23,18	1,68	6,49

Nach längerem Lagern war die Zusammensetzung nach R. Hofmann²⁾:

	Wasser	Eisenoxyd + Thonerde	Schwefel-saures Calcium	Kohlensaures Calcium	Schwefel-saures Natrium	Kohlensaures Natrium	Schwefel-calcium	Sand	Kohle
	Milligramm								
1. Probe	10,00	3,400	2,441	48,143	3,800	7,205	7,205	3,001	14,400
2. Probe	13,04	—	51,59	18,23	5,11	—	Schwefel 7,98	—	3,99

Die wässerigen Abflüsse dieser Haufen sind oft die Veranlassung von Verunreinigung und Schädigungen von Wasserläufen gewesen, besonders wenn das nie fehlende Arsen in grösserer Menge vorhanden war. Nach den vielen Untersuchungen von Smith³⁾ enthält im Durchschnitt:

Schwefelkies	1,649 %	Arsen
Rohe Schwefelsäure . . .	1,051	„
Rohe Salzsäure	0,691	„
Rohes Natriumsulfat . . .	0,029	„
Sodarückstände	0,442	„

Das Abgangswasser ist gewöhnlich von milchig trüber Beschaffenheit und enthielt im Liter nach zwei Proben:

¹⁾ F. Fischer, Die Verwertung der Abfallstoffe 1876, p. 134.

²⁾ Jahresb. f. Agrik.-Chem. 166, p. 262.

³⁾ Dingl. polytechn. Journ. 1871, 201, p. 415 und 1873, 207, p. 141.

	1. Direkt aus dem Bassin entnommen	2. Wie es abfließt (mit anderem Wasser verdünnt)
Calciumsulfhydrat (Calciumhydrosulfit) . .	0,063	—
Schwefelcalcium	0,327	0,101
Unterschwefligsaures Calcium (Calciumhypo- sulfit)	16,603	2,527
Schwefelsaures Calcium	1,756	2,516
Schwefelsaures Natrium	3,220	8,219
Schwefelsaures Magnesium	—	3,215
Chlorcalcium	28,876	20,584
Chlormangan	27,670	17,542
Chlornatrium	—	11,120
	78,515	65,824

A. Chance ¹⁾ teilt in der ausführlichen Beschreibung seines neuen Schwefelregenerationsprozesses folgende Analysen von Sodarückständen mit, nämlich von zwei Auslaugungsrückständen der Rohsoda, die mit Verwendung des Kalkschlammes vom Kaustizieren und von zwei dergleichen mit Kalkstein hergestellten:

Bestandteile	Kalkschlamm		Kalkstein	
Kohle	6,90	3,84	8,46	7,21
Sand	1,06	0,61	1,34	0,88
Kieselsäure (gebunden) .	1,37	1,73	1,29	1,27
Thonerde	0,87	0,87	0,91	1,16
Schwefeleisen (FeS) . .	0,94	0,49	0,67	0,85
Schwefel (frei)	0,36	0,15	0,47	0,17
Schwefelcalcium	23,76	26,46	30,17	31,56
Calciumhyposulfit . . .	—	—	—	—
Calciumsulfit	Spur	—	Spur	—
Calciumcarbonat	28,29	24,16	19,88	25,15
Kalkhydrat	1,43	6,33	1,22	—
Natron (Na ₂ O)	1,63	1,18	0,84	1,30
Magnesia	0,35	0,30	0,43	0,33
Wasser bei 100° in N ge- trocknet	33,34	34,69	35,01	30,50
Im Ganzen	100,30	100,81	100,69	100,38
Gesamt S als CaS und FeS	10,90	11,94	13,65	14,34

Die Ausbreitung des Verfahrens von Chance wird zur Verbesserung der Abflüsse erheblich beitragen. In Deutschland kommen nach F. Fischer ²⁾ Verunreinigungen der Flüsse durch Sodarückstände kaum noch vor, da letztere aufgearbeitet werden.

¹⁾ Journ. of the Soc. of Chem. Ind. 1888, p. 162.
²⁾ Das Wasser 1891, p. 141.

Die bei Anwendung dieses Verfahrens resultierenden Abwässer sind fast ganz unschädlich; sie enthielten im Liter:

Bestandteile	16. Jan. mg	10. Febr. mg	13. Febr. mg	27. Febr. mg
Alkalinität als Na_2O (im HNaCO_3) . .	6635,7	6804,3	7808,6	8614,3
Carbonate von Ca und Mg als CaCO_3	1504,3	1775,7	1445,7	2160,0
Gesamt S	1108,6	370,0	215,0	512,0
S als SO_3	—	14,3	10,7	Spur
S als Hyposulfit	230,0	183,4	51,4	204,3
S als Sulfuret	Null	Null	Null	Null
Kieselsäure	—	—	80,0	75,0
Al_2O_3 und Fe_2O_3	—	—	Spur	Spur

Die Rückstände der nach Leblanc arbeitenden Pottaschefabriken unterscheiden sich nur dadurch, dass sie etwas Kali statt Natron enthalten.

Die Abwässer aus den Ammoniaksodafabriken enthalten nach Jurisch ¹⁾ wechselnde Mengen von Chlornatrium, Chlorcalcium, Aetzkalk. Die Nachteile des Aetzkalkes, Chlorcalciums, Schwefelwasserstoffs u. s. w. für die Fischzucht hat C. Weigelt hinlänglich erwiesen ²⁾. Ueber die Wirkung des Chlorcalciums auf Ackerboden und Vegetation haben ausführliche Versuche J. Königs ³⁾ ergeben, dass dasselbe auf die Dauer nicht zuträglich ist, da es lösend auf wertvolle Bodenbestandteile einwirkt. Wasser mit 1 g CaCl_2 im Liter sollen daher für Berieselungszwecke ungeeignet sein.

In gewerblicher Hinsicht kommt die Bildung harter Seifen in Betracht, wenn kalkhaltiges Wasser zur Wäscherei verwendet wird. Die Unerwünschtheit des Kalkes in Dampfkesselspeisewasser bedarf keiner Erörterung.

Wie Abgangwasser die Zusammensetzung eines Flusswassers zu verändern im stande ist, zeigt L. Grandeau an folgenden Analysen des Wassers der Seille vor und nach Aufnahme des Abgangswassers, wobei bemerkt werden muss, dass das Wasser der Seille einerseits wegen der natürlichen salzreichen Beschaffenheit des umliegenden Terrains und dann auch wegen Aufnahme des Abgangswassers einer Saline an sich sehr kochsalz- resp. salzreich ist. L. Grandeau fand pro 1 l:

¹⁾ Verunreinigung der Gewässer 1890, p. 23.

²⁾ Arch. f. Hyg. 1885, 3, p. 39; J. König, p. 226, 331.

³⁾ Die Verunreinigung der Gewässer 1887, p. 402 bis 414.

	Wasser der Seille		Differenz
	vor	nach	
	Aufnahme des vorstehen- den Abgangswassers		
	g	g	g
Kieselsäure	0,0305	0,0309	+ 0,0004
Thonerde + Eisenoxyd	0,0275	0,0480	+ 0,0205
Kohlensaures Calcium	0,3027	0,1939	— 0,1088
Schwefelsaures Calcium	0,1990	0,4520	+ 0,2530
Kohlensaures Magnesium	0,0200	0,0125	— 0,0075
Schwefelsaures Magnesium	0,2040	0,0305	— 0,1735
Chlornatrium	2,2160	3,3800	+ 1,1640
Manganoxyd	0,0065	0,0217	+ 0,0152
Schwefelsaures Natrium	0,0175	0,0315	+ 0,0140
Organische Stoffe	0,3000	0,3020	+ 0,0020
Schwefelcalcium	0	0,0027	+ 0,0027
Calciumhyposulfit	0	0,1130	+ 0,1130
	3,3237	4,6187	

Schwefelcalcium und -natrium resp. die daraus entstandenen Hyposulfite wirken nachteilig auf Keimung und Wachstum¹⁾. L. Grandeau hat schon 1870 in gleicher Weise wie Weigelt (l. c.) die Schädlichkeit der hier in Betracht kommenden Bestandteile für Fische nachgewiesen, indem er Abwasser einer Soda- und Chlorkalkfabrik direkt oder nach dem Verdünnen verwendete oder reinem Wasser die als giftig anzusehenden Stoffe (Schwefelcalcium, Calciumhyposulfit, Manganchlorür etc.) zusetzte.

Die Versuche wurden mit Schleien angestellt und führten zu folgenden Schlüssen:

Wenn die Menge des Schwefelcalciums 0,016 bis 0,039 g pro Liter nicht übersteigt und das Wasser sich hinreichend schnell erneuert, so werden die Fische vorübergehend scheintot, erholen sich aber wieder. Mehr davon tötet das Tier in kurzer Zeit. Calciumhyposulfit verursacht selbst in grossen Dosen nur vorübergehendes Uebelbefinden der Fische, ist also nicht giftig. Manganchlorür erscheint weniger giftig als Chlornatrium und Chlorcalcium, ist aber in grösseren Mengen gefährlich für Fische.

Reinigung.

Eine Unschädlichmachung dieser Abgänge und Abflüsse durch ein sogenanntes Reinigungsverfahren ist wohl nie versucht worden,

¹⁾ J. König, p. 481.

sondern man hat bald den Wert des in ihnen enthaltenen Schwefels erkannt und diesen wieder zu gewinnen gesucht zum Vorteile der Industrie und der Flüsse.

Es sind nach König hauptsächlich drei Methoden im Gebrauch, die sämtlich auf Oxydation durch die Luft und Darstellung löslicher Polysulfurete, Hyposulfite und Sulfite des Kalkes oder Natrons beruhen. Als letztes Abfallprodukt erhält man Chlorcalciumlösung.

1. W. P. Hoffmann laugt die oxydierten Rückstände aus und fügt saure Manganlösung hinzu, welche Salzsäure, Chlor und Eisenchlorid enthält. Der freiwerdende Schwefelwasserstoff wird durch eine Holzfeuerung geleitet, dadurch zu Schwefligsäure oxydiert und diese weiterhin in andere Laugen eingeleitet, um die Polysulfide in Hyposulfite zu verwandeln. Der Kalk wird mit Glaubersalz ausgefällt. Die Manganlösung wird anderweitig verwertet.

2. M. Schaffner behandelt die aus den oxydierten Rückständen gewonnenen Laugen mit Salzsäure, erhält zunächst Schwefelwasserstoff, dann aus dem Hyposulfite Schwefligsäure, leitet diese in andere Laugen, wie Hoffmann, erhält Hyposulfite und Schwefelabscheidung, setzt wiederum Salzsäure zu und so fort in infinitum.

3. Mond befördert die Oxydation der Laugen durch Einpressen von Luft und fällt dann ebenfalls mit Salzsäure aus.

Neuere patentierte Verfahren sind folgende:

1. H. Bornträger. Darstellung von arsen- und selenfreier Schwefelsäure aus Sodarückständen. Diese werden unter Druck ausgelaugt und mit gemahlenen Kiesabbränden versetzt, wobei Schwefel-eisen entsteht, welches in Kiesöfen abgeröstet wird und wieder zu neuen Fällungen dient ¹⁾.

2. Verein chemischer Fabriken in Mannheim. Gewinnung von Schwefelnatrium. Frischer Sodaschlamm wird mit einer entsprechenden Menge Sulfat und wenig Wasser einem Dampfdruck von 5 Atm. ausgesetzt. Es entstehen Gips und Schwefelnatrium ²⁾.

3. C. Opl. Gewinnung von Schwefel. Einleiten von Schwefelwasserstoff in die breiförmige Masse. Die vom kohlensauren Kalke getrennte Lauge besteht aus Sulfhydrat und wird auf Schwefel, Hyposulfit etc. verarbeitet ³⁾.

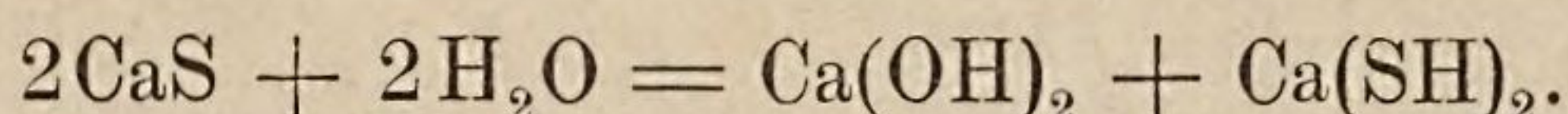
4. Weldon. Gewinnung von Schwefel. Die Rückstände werden

¹⁾ D.R.P. Nr. 15 757, 1881.

²⁾ D.R.P. Nr. 20 947, 1882.

³⁾ D.R.P. Nr. 23 142, 1882.

mit Wasser unter Druck erhitzt, wobei angeblich folgende Reaktion eintritt:

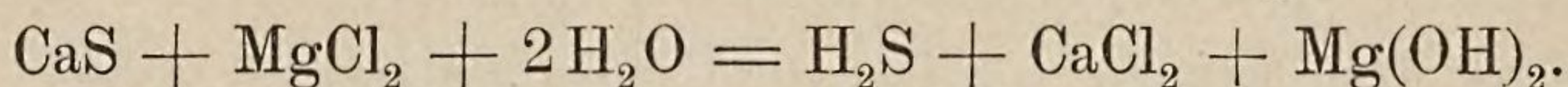


Das Sulfhydrat wird mittels Luft oxydiert und durch Salzsäure der Schwefel abgeschieden ¹⁾.

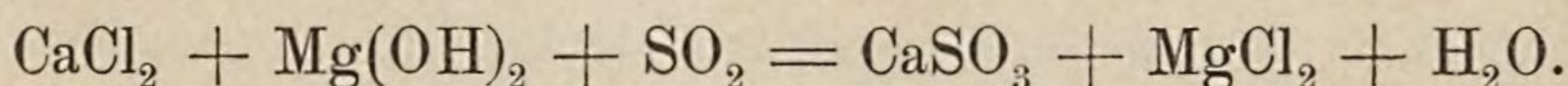
5. J. Maclear. Gewinnung von Schwefel. Zersetzung der mit Wasser verrührten Rückstände unter Druck und Wärme mittels Kohlensäure. Es entsteht Calciumcarbonat und Schwefelwasserstoff. Dieses wird mit schwefliger Säure behandelt ²⁾.

6. H. Grouven. Gewinnung von Schwefel. Die Rückstände werden mit etwa 10 % Sägemehl, Torf, Moos, Lohe etc. vermischt und kleine Röhren daraus geformt, welche, in Retorten mit überhitztem Dampfe behandelt, Schwefel abgeben ³⁾.

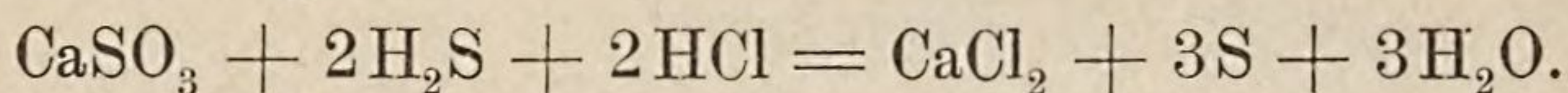
7. J. Wyckliffe-Kynaston. Darstellung von Schwefel und Calciumsulfit. Die Rückstände werden mit Chlormagnesium erhitzt:



H_2S wird ab-, SO_2 der Lösung zugeleitet:



Das Sulfit wird abfiltriert und zur Hälfte mit Wasser angerührt. Der oben gewonnene Schwefelwasserstoff wird hineingeleitet und gleichzeitig Salzsäure zugesetzt.



Die andere Hälfte Sulfit wird auf Bisulfit verarbeitet ⁴⁾.

Die Abwässer des Ammoniaksodaprozesses lassen sich nach H. Schreib ⁵⁾ in der Regel noch nicht gewinnbringend verwerten. Die Darstellung von Cl und HCl aus dem Chlorcalcium derselben würde zur Ueberproduktion führen. Dagegen wäre die Verwendung des festen Chlorcalciums als Kälteerzeugungsmittel in Erwägung zu ziehen. Dasselbe könnte dem Eise Konkurrenz machen.

Chlorkalkfabriken und Bleichereien.

Bei der Chlorkalkfabrikation werden grosse Mengen Flüssigkeit gewonnen, die durchschnittlich folgende procentuale Zusammensetzung haben:

¹⁾ Engl. P. Nr. 100, 1883.

²⁾ Engl. P. Nr. 5545, 1882.

³⁾ D.R.P. Nr. 29 848, 1884.

⁴⁾ D.R.P. Nr. 34 825, 1885.

⁵⁾ Chem. Zeit. 1895, p. 1181.

MnCl ₂	Fe ₂ Cl ₆	BaCl ₂	Cl	HCl	H ₂ O
22,00	5,50	1,06	0,09	6,80	64,55

nebst NiCl₂, CoCl₂, CaCl₂, MgCl₂, Al₂C₆¹⁾. Ferner wurden 0,15 g As im Liter gefunden.

In England soll etwa die Hälfte der gesamten produzierten Salzsäure auf diese Weise verloren gehen und werden Bäche und Kanäle so stark sauer, dass Schleusen etc. ganz aus Holz gefertigt werden müssen. Die Schädlichkeit dieser Abwässer ist zweifellos; Versuche darüber mit Fischen sind mehrfach angestellt (s. J. König, p. 496 ff.).

Zur Unschädlichmachung dieser Abgänge ist empfohlen, dieselben mit Kalk zu versetzen und an der Luft oxydieren zu lassen.

Arrot und Sussex fällen mit Kreide, schmelzen den Niederschlag mit Soda und scheiden aus der Lösung das MnO₂ durch CO₂ ab oder dampfen ein und glühen.

Vielfach wird das Regenerationsverfahren von A. W. Hoffmann angewendet; die Laugen werden mit Sodarückständen gefällt und der Niederschlag mit Salpeter oxydiert.

Ausserdem dienen die Laugen zur Desinfektion, zum Reinigen von Leuchtgas, Konservierung des Holzes, zur Darstellung von Farben, zur Extraktion des Kupfers aus Abbränden etc.

Bleichereien.

Dieselben gebrauchen grosse Mengen von Chlorkalk, welcher auf der Faser mit Säure zersetzt wird. Das Abflusswasser einer solchen Anstalt enthielt nach König (p. 500) im Liter:

Suspendierte Stoffe .	3036,4 mg	
darin Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ . .	118,0 „	
MgO	1489,2 „	
Gelöste Stoffe	4615,2 „	
darin CaO	2510,0 „	
SO ₃	27,1 „	
Cl	1553,0 „	= 3130,0 CaOCl ₂ .

Das Wasser war milchig-trübe und schwach alkalisch. Die gebleichten Stoffe werden zur Entfernung der Säure mit Na₂CO₃ oder NaOH behandelt; die Waschwässer enthalten demnach Na₂SO₄ oder NaCl. In einem Liter war nach H. Heck²⁾:

¹⁾ F. Fischer, Verwertung der städt. und Industrieabfallstoffe, 1875.

²⁾ König, p. 500.

Abdampfrückstand . . .	620,2 mg	Na ₂ SO ₄	363,1 mg
Fett	28,4 „	CaSO ₄	96,2 „
Darin freie Fettsäure . .	14,6 „	NaCl	48,5 „

Als direkt schädlich kann nur das erstere Wasser wegen seines Cl-Gehaltes gelten, während das zweite nur als unbrauchbar zu betrachten ist.

Die Abgänge der Laugen und des Säurebades werden zweckmässig vereinigt, wodurch grösstenteils Neutralisation eintritt, event. ist noch Kalk zuzusetzen. Bevor man das Gemisch abfliessen lässt, soll es am besten einige Zeit in Bassins stehen, um das Cl möglichst infolge Selbstersetzung des CaOCl₂ zu entfernen und den Niederschlag absetzen zu lassen. In Lösung würde dann nur noch CaSO₄, Na₂SO₄ und CaCl₂ sein. CaCl₂-Lösungen von mässiger Konzentration sind nicht spezifisch pflanzengiftig; NaCl scheint schädlicher zu sein; dagegen dürften Lösungen, die über 0,5 g im Liter enthalten, mit der Zeit nachteilig wirken. Für viele gewerbliche Zwecke, Wäschereien, Dampfkesselspeisung, Diffusion in Zuckerfabriken, ist der Kalkgehalt sehr nachteilig (J. König).

Einfluss einiger in Abwässern vorkommender Chemikalien auf Fische.

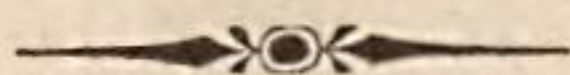
Die umfassendsten Versuche über die Wirkung verschiedener Stoffe auf Fische wurden von C. Weigelt¹⁾ ausgeführt. F. Fischer²⁾ gibt einen sehr übersichtlichen Auszug der von jenem erhaltenen Resultate in folgender Tabelle. Beachtenswert ist, dass bei 20 bis 25° Wassertemperatur die verschiedenen Stoffe viel schädlicher auf die Fische einwirken als bei 4 bis 6°. Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Forelle im allgemeinen empfindlicher ist als die Mehrzahl der Flussfische.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
Kalk: 0,07 g H ₂ CaO ₂	Forelle	Nach 26 Minuten tot
0,03 g „	—	Nach 44 Minuten heftig erregt
Soda: 3 g Na ₂ CO ₃ · 10 H ₂ O	—	Nach 5 Minuten Seitenlage
1 g „	—	Nach 3 Minuten unruhig
1 g „	Schleie	In 14 Stunden keine Wirkung

¹⁾ Arch. d. Hyg. 1885, p. 39.

²⁾ Das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurteilung, 1891.

Das Wasser enthält im Liter	Fischart	Verhalten des Fisches
Schwefelnatrium: 0,1 g Na_2S	Schleie	Bei 6°: nach 1 Stunde luftschnappend, nach 9 ³ / ₄ Stunden Seitenlage
" "	—	Bei 20°: nach 8 Minuten luftschnappend, nach 1 Stunde Seitenlage, stirbt
Chlorkalk: 0,0005 g	Forelle	Nach 3 Stunden tot
Salzsäure: 0,1 g HCl	—	Sofort Wirkung, nach 4 Minuten Seitenlage
Schwefelsäure: 0,1 g H_2SO_4	—	Sofort Seitenlage; Schleie: keine Wirkung
0,03 g "	—	Gleich unruhig
Schwefligsäure: 0,0005 g	—	Nach 3 Minuten Seitenlage
Schwefelwasserstoff: 10 mg	—	In 5 Minuten Rückenlage
Ammoniak: 50 mg	—	Tot nach 47 Minuten
Arsensäure: 1 g $\text{Na}_2\text{AsO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	—	Stirbt nach 2 Stunden
0,1 g "	—	Nach 4 Stunden heftige Wirkung
Quecksilberchlorid: 0,05 g HgCl_2	—	Nach 29 Minuten Rückenlage, 54 Minuten tot
Kaliumchromat: 0,2 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	—	Nach 46 Minuten Wirkung
Chromalaun:		
1 g $\text{Al}_2\text{Cr}(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	—	Nach 5 Minuten Seitenlage
Ammoniakalaun: 1 g	—	Sofort Wirkung
Kalialaun, kryst: 1 g	—	Nach 10 Minuten Seitenlage, 3 Stunden tot
1 g	Schleie	Nach 15 Stunden keine Wirkung
0,1 g	Forelle	Nach 15 Stunden tot
Chlorcalcium: 10 g CaCl_2	Schleie	Bald unruhig, stirbt nach 3 ¹ / ₄ Stunden
1 g "	Forelle	Nach 2 Stunden Wirkung
Chlornatrium: 10 g NaCl	—	Nach 2 Stunden schwache Wirkung
Eisenvitriol: 0,1 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Saibling	Nach 2 Stunden, Lachs nach 3 ¹ / ₂ Stunden, Forelle nach 5 Stunden tot
0,05 g "	Forelle	Nach 16 Stunden keine Wirkung
Eisenchlorid: 1 g Fe_2Cl_6	—	Nach 3 Minuten Seitenlage
Manganchlorür: 1 g MnCl_2	—	Gleich unruhig
Cyankalium: 0,005 g KC_y	Schleie	Nach 73 Minuten heftige Wirkung
Rhodanammon: 0,1 g	Forelle	Nach 1 Stunde keine Wirkung
Carbolsäure: 0,05 g	Schleie	Nach 3 Minuten Wirkung, stirbt nach 1 Stunde
0,005 g	Forelle	Nach 15 Minuten unruhig
Seife: 1 g (unfiltriert)	Schleie	Nach 1 ¹ / ₂ Stunden tot, Forelle lebt
1 g (filtriert)	—	Keine Wirkung



Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Im Erscheinen befindet sich seit kurzem:

HANDBUCH der CHEMISCHEN TECHNOLOGIE.

Unter Mitwirkung von

Direktor Th. Beckert, Dr. Bender, Dr. Benedict, Dr. Börnstein, Dr. Brand,
Dr. Buntrock, Dr. Hecht, Dr. von Helmholtz, Dr. Jurisch, Dr. Lange, Professor Dr. Prausnitz

herausgegeben von

Dr. OTTO DAMMER.

...⇒ Fünf Bände. ⇐...

Erster Band.

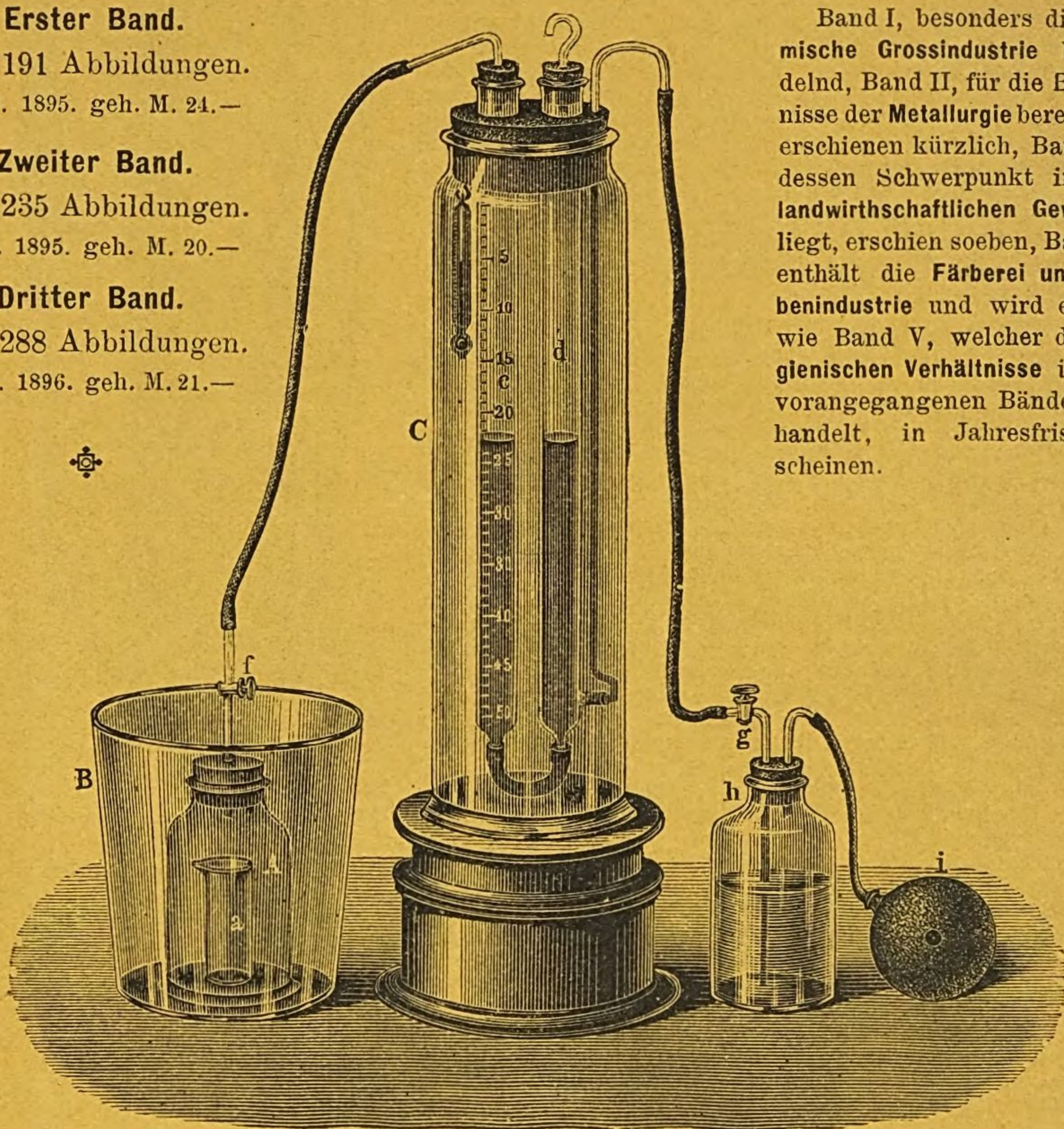
Mit 191 Abbildungen.
gr. 8. 1895. geh. M. 24.—

Zweiter Band.

Mit 235 Abbildungen.
gr. 8. 1895. geh. M. 20.—

Dritter Band.

Mit 288 Abbildungen.
gr. 8. 1896. geh. M. 21.—



Band I, besonders die chemische Grossindustrie behandelnd, Band II, für die Bedürfnisse der Metallurgie berechnet, erschienen kürzlich, Band III, dessen Schwerpunkt in den landwirthschaftlichen Gewerben liegt, erschien soeben, Band IV enthält die Färberei und Farbenindustrie und wird ebenso wie Band V, welcher die hygienischen Verhältnisse in den vorangegangenen Bänden behandelt, in Jahresfrist erscheinen.

Die „Chemiker-Zeitung“ 1895 Nr. 40 äussert sich über Band I wie folgt: Das vorliegende Handbuch nimmt eine Mittelstellung ein zwischen den kleineren Lehrbüchern und den grösseren vielbändigen Werken der chemischen Technologie und soll demgemäss sowohl vorgeschrittenen Studirenden, als auch dem Praktiker zur Belehrung und zum Nachschlagen dienen. Der Herausgeber ist in diesem Werke im Allgemeinen von demselben Standpunkte ausgegangen, welchen er in seinem „Handbuche der anorganischen Chemie“ eingenommen hat, d. h. es sollte jedes Capitel eine möglichst selbstständige, abgerundete Monographie des betreffenden Gegenstandes bilden.

Durch Zusammenwirken einer Anzahl von Fachmännern, die zum grossen Theile in der Praxis stehen, war es möglich, ein wirklich praktisches Werk zu schaffen. Wenn auch nicht alle Capitel unter einander gleichwerthig sind, denn der eine der Mitarbeiter hat sich einer grösseren Ausführlichkeit befeisst, als der andere, so ist doch in dem Handbuche, dessen erster Band uns zunächst vorliegt, ein Werk von unverkennbar praktischem Werthe dargeboten, welches sich bald einer allgemeinen Beliebtheit erfreuen wird. Die einzelnen Gegenstände sind in der Weise bearbeitet, dass zunächst einige geschichtliche Notizen gegeben werden, hierauf folgt die Besprechung der Rohstoffe, Belehrung über ihr Vorkommen und die Methoden zu deren Untersuchung. Die technischen Operationen, die Apparate, besondere Vorsichtsmassregeln finden eingehende Erörterung, die meisten Apparate sind bildlich dargestellt, die Eigenschaften der Producte, die Verwendung, die Prüfung derselben sind im Allgemeinen ausführlich beschrieben, auch sind die wirthschaftlichen, sowie die statistischen Verhältnisse der einzelnen Industriezweige nach Möglichkeit berücksichtigt worden. Ein besonderer Werth ist der sorgfältigen Quellenangabe zuzusprechen, welche dem Leser die Möglichkeit bietet, auf die Originalarbeiten, die von besonderer Wichtigkeit sind, zurückzugreifen. — Ein Eingehen auf Einzelheiten des vorliegenden ersten Bandes, welcher hauptsächlich die Technologie anorganischer Producte enthält, ist bei der Fülle des Gebotenen an dieser Stelle nicht möglich; es möge genügen, die Fachgenossen auf dieses neue werthvolle Handbuch aufmerksam zu machen. Eine rasch aufeinanderfolgende Ausgabe der in Aussicht gestellten übrigen vier Bände ist im Interesse des Gesamtwerkes nur zu wünschen. Wir hoffen, dass auch die übrigen Bände ein günstiges Urtheil verdienen werden.

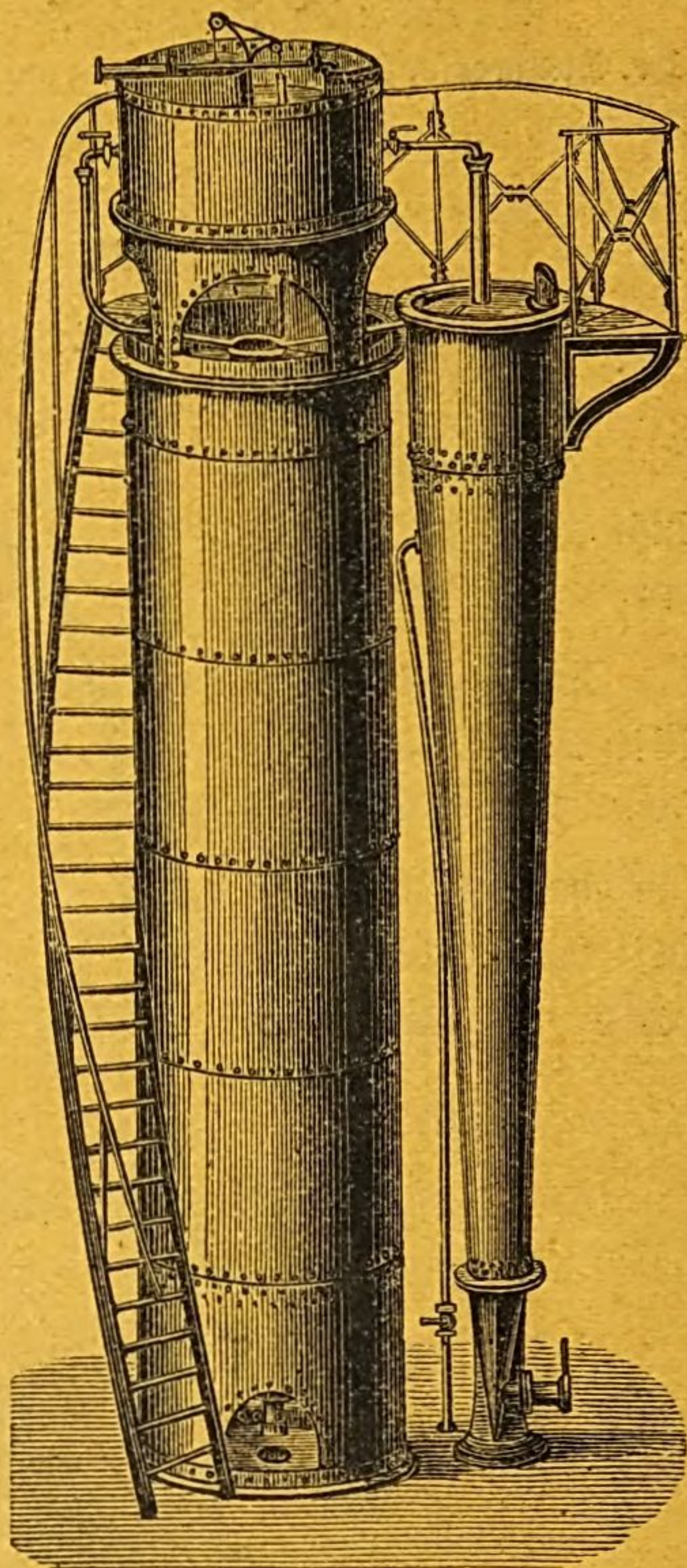
Die „Chemiker-Zeitung“ 1895, Nr. 61, schreibt über Band II: Ueber die Zwecke und Ziele von Dammer's „Handbuch der chemischen Technologie“ haben wir uns bereits beim Erscheinen des ersten Bandes, in welchem man hauptsächlich die Technologie anorganischer Stoffe abgehandelt findet, ausführlich ausgesprochen. Der vorliegende zweite Band ist vollständig der Hüttenkunde gewidmet, und wurde von Director Th. Beckert und Dr. Albano Brand bearbeitet. In einer Einleitung wird das Allgemeine über Hüttenproducte abgehandelt, in einem besonderen Capitel findet die Metallgewinnung durch Elektrolyse eine dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechende Darstellung. Die einzelnen Metalle sind nach den Grundsätzen, welche die Anlage des Gesamtwerkes erfordert, sachgemäss bearbeitet. Zum Schluss werden die Legirungen in Bezug auf ihre Constitution, ihre Eigenschaften, ihre Herstellung etc. besprochen. Nachdem bereits der erste Band eine sehr günstige Aufnahme bei den Fachgenossen gefunden hat, muss der zweite Band in seiner Gedicgenheit als eine weitere Empfehlung für das Gesamtwerk angesehen werden.

Der Herausgeber hat sich die dankenswerthe Aufgabe gestellt, ein Werk über chemische Technologie zu schaffen, welches die Mitte zwischen den neueren Lehrbüchern geringen Umfanges und den grossen, viele Bände umfassenden Werken halten und daher sowohl dem älteren Studirenden, welcher in einzelne Gebiete der Technik tiefer eindringen will, als auch dem Praktiker, welcher eines Nachschlagebuches bedarf, von Nutzen sein soll. — Das vorliegende Buch stellt den ersten Band des im Ganzen fünf Bände umfassenden Werkes dar. Dasselbe behandelt auf 882 Seiten die gesammte chemische Gross-Industrie, soweit dieselbe die Herstellung anorganischer Erzeugnisse zum Gegenstande hat. Bei jedem einzelnen Industriezweige wird zuerst die Geschichte desselben dargelegt, worauf die Rohstoffe, welche bei demselben Verwendung finden, sowie das Vorkommen und die Untersuchung derselben besprochen werden. Alsdann folgt eine eingehende Beschreibung der einzelnen Operationen und Apparate, welche letzteren durch 191 in den Text gedruckte Figuren erläutert sind, und darauf das Wichtigste über die Eigenschaften, die Prüfung und die Verwendung der fertigen Erzeugnisse. Den Schluss bildet eine Erörterung der wirthschaftlichen Verhältnisse des betreffenden Industriezweiges nebst statistischen Angaben. Eine dem Buche beigelegte synchronistische Zusammenstellung der wichtigsten technologischen Zeitschriften erleichtert dem Leser die Benutzung der im Texte des Buches angeführten Quellen. — Das auf dem neuesten Standpunkte der Technik und Wissenschaft stehende Buch hat das von dem Herausgeber angestrebte Ziel vollständig erreicht und kann daher dem Studirenden sowohl wie dem praktischen Chemiker empfohlen werden.

Zeitschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Salinen-Wesen im Preuss. Staate, Heft 2, Bd. 43.

Gewissermaassen als Gegenstück des von ihm redigirten vortrefflichen Handbuches der anorganischen Chemie veröffentlicht der Herr Herausgeber jetzt eine fünfbändige chemische Technologie. Der erste Band behandelt die chemische Grossindustrie und diejenigen Zweige der Technik, welche anorganische Producte herstellen, mit Ausnahme der Metallurgie. Das Werk bespricht die technischen Operationen und Apparate unter Benutzung instructiver Abbildungen, die Rohstoffe, die Producte und die Untersuchung beider. Jedem Capitel sind geschichtliche Notizen über die Entwicklung des betr. Industriezweiges vorausgeschickt, und besonderer Werth wird auf statistische Angaben und die Erörterung wirthschaftlicher Verhältnisse gelegt. Man sieht, der Plan des Werkes ist gut. — Im Ganzen genommen, darf dieser Band des D.'schen Werkes unter den zahlreichen chemisch-technologischen Büchern der neueren Zeit einen hervorragenden Platz beanspruchen.

Biedermann's chem.-techn. Jahrbuch. 1895.





Benedict, Hans,

Die Abwässer der Fabriken

Stuttgart 1896

Pol.civ. 11 cd

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11822721-4